سلسلة تكنولوجيا وفسيولوجيا الخضر

الأهمية الغذائية والطبية للخضروات

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

يطلب من

كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربى

الطبعة الأولى ٢٠١٥

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

حسن ، أحمد عبد المنعم

الأهمية الغذائية والطبية للخضروات / تأليف أحمد عبد المنعم حسن .

ط١. - القاهرة : **دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع** - ٢٠١٥ م

٣٨٠ ص , ١٧ X ٢٤ - (سلسلة تكنولوجيا وفسيولوجيا الخضر).

تدمك : ٠ - ١٣١ - ٧٣٦ - ٩٧٧ - ٩٧٨

أ. الخضروات - أغذية

أ. العنوان

٦٤١,٣٥ ٢٠١٥/٧١٠٧

الطبعة الأولى
١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

رقم الإيداع : ٢٠١٥/٧١٠٧

تدمـــك : ٠ - ١٣١ - ٧٣٦ - ٩٧٧ - ٩٧٨

تــوزيــع

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
ت: ٢٧٩٥٤٢٢٩ فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠
www.sbhegypt.org
E-mail : sbh@link.net

الدار العربية للنشر و التوزيع
٣٢ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٢٧٥٣٣٣٥ فاكس: ٢٢٧٥٣٣٨٨
E-mail: aldar_alarabia1@yahoo.com

مكتبة أوزيريس للكتب العلمية
٥٠ ش قصر النيل - ميدان مصطفى كامل - القاهرة
ت: ٢٣٩٦١٩٠٣ فاكس: ٢٣٩١١٤٨٩
E-mail: m.sobhy@osirisbookshop-eg.com

ويطلب من كبرى دور النشر
والمكتبات بمصر والعالم العربى

الأهمية الغذائية والطبية للخضروات

المقدمة

يجد القارئ فى هذا الكتاب قدرًا كبيرًا من المعلومات عن الأهمية الغذائية والطبية لمختلف الخضروات. وقد وجهت اهتمامى لنوعيات مختلفة من القراء، شملت القارئ العادى الذى يرغب فى التزود بمعلومات علمية موثقة عن الفوائد الصحية للخضر التى يتناولها فى غذائه، وكذلك القارئ المتخصص فى كل من العلوم الزراعية والطبية.

ففى كل موضوع تناولته بالشرح فى هذا الكتاب يمكن للقارئ المثقف العادى أن يحصل على ضالته فيه دونما حاجة إلى التعمق فى التفاصيل التى تطرقت إليها، سواء أكانت فى الجانب الزراعى لصالح الزراعيين، أم فى الجانب الطبى لصالح المتخصصين فى الصحة العامة، وهى التفاصيل التى وُثقت بمئات من المراجع.

ولم يقتصر الكتاب على الفوائد الصحية للخضر فقط ولكنه تطرق – كذلك– لكل ما يتعلق بالأضرار الصحية التى يمكن أن تترتب على استهلاك بعض الخضر فى ظروف معينة، وبما يضع حدًا فاصلاً بين ما هو مفيد للصحة وما هو ضار لها.

وتلك الفوائد والأضرار ليست مطلقة، وإنما هى تتأثر بعديد من العوامل، منها ما هو سابق للحصاد، ومنها ما هو تال له، وهى أمور يحتاج إلى تعرفها كل من منتج الخضر والقارئ المثقف، فضلاً عن ربة المنزل التى تتداول الخضر بعد الحصول عليها.

والله أسأل أن يجد الكتاب مكانه ومكانته لدى قارئ العربية، وأن يكون مفيدًا له.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة



الفصل الأول

العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان

تعتبر الخضروات من أهم الأغذية التى تمد الجسم بحاجته من العناصر الغذائية. وقبل أن نتطرق إلى محتوى الخضر من هذه العناصر، فإنه من المناسب أولاً التعرف على العناصر الغذائية المختلفة، وأهميتها لصحة الإنسان.

ونستعرض – فيما يلى- شرحًا موجزًا لتلك العناصر وأهميتها لصحة الإنسان.

الدهـون

تعتبر الدهون أغنى الأغذية بالسُعرات الحرارية التى تمد الإنسان بالطاقة اللازمة لحركته ونشاطه. وتعد بعض الدهون مصدرًا هامًا لفيتامينات أ (A)، د (D)، هـ (E)، ك (K). كما تساعد الدهون على التخلص من فضلات الطعام. هذا.. وتعتبر الخضروات – بصورة عامة – فقيرة فى محتواها من الدهون.

المواد الكربوهيدراتية

تعتبر المواد الكربوهيدراتية أحد المصادر الرئيسية التى تمد الإنسان بالسعرات الحرارية. وتوجد المواد الكربوهيدراتية فى صور مختلفة، مثل: الجلوكوز، والسكروز، والفراكتوز، والنشا، وغيرها. وأبسطها السكريات الأحادية، مثل الجلوكوز الذى يمتص مباشرة فى الدم، ويخزن الجزء الزائد منه على صورة جليكوجين فى الكبد، أو على صورة دهون فى الأنسجة الأخرى. ومن الخضر الغنية بالمواد الكربوهيدراتية بذور البقوليات الجافة، وجذور البطاطا، ودرنات البطاطس، وكورمات القلقاس.

تتواجد الكربوهيدرات فى مدى واسع للوزن الجزيئى من سكريات بسيطة إلى بوليمرات معقدة، قد تتشكل من عدة مئات من وحدات السكريات البسيطة. وتشكل الكربوهيدرات من ٢٪ - ٤٠٪ من النسيج النباتى، حيث يوجد المحتوى المنخفض فى بعض القرعيات كالخيار والكوسة، ويوجد المحتوى العالى فى خضر مثل البطاطا والكاسافا.

يعد السكروز والجلوكوز والفراكتوز السكريات السائدة فى معظم الخضر، وغالبًا ما يتواجد الجلوكوز والفراكتوز بتركيزات متماثلة فى المنتج الواحد. لكن يتواجد السكروز منفردًا فى خضر قليلة مثل جذور بنجر المائدة، حيث يوجد فيها بنسبة ٨٪.

ويشكل النشا – الذى يوجد بتركيز عالٍ فى عديد من الخضر الاستوائية كالكاسافا واليام والبطاطا والقلقاس وبعض خضر المناطق المعتدلة كالبطاطس – يشكل مصدرًا رئيسيًّا للطاقة التى تلزم الإنسان.

وتشكل الألياف (وهى موضوع العنوان التالى) جزءًا رئيسيًّا من المواد الكربوهيدراتية بالخضر، وهى لا تُهضم فى الأمعاء الدقيقة للإنسان، ولكنها إما أن تويَّض فى الأمعاء الغليظة، وإما أن تمر من الجسم مع البراز. ويعد السيليلوز والمركبات البكتينية والهيميسيليلوز (نصف السيليلوز) أهم البوليمرات الكربوهيدراتية التى تشكل الألياف. أما اللجنين فهو بوليمر معقد من مركبات أروماتية (عطرية) ترتبط معًا بوحدات بروبيل propyl، وهو – كذلك – من المكونات الرئيسية للألياف الغذائية. وتلك الألياف الغذائية لا تُهضم لأن الإنسان لا يمكنه إفراز الإنزيمات الضرورية لكسر البوليمرات إلى وحداتها البسيطة التى يمكن للجسم امتصاصها.

وعلى الرغم من تماثل النشا والسيليلوز فى التركيب الكيميائى، حيث يتم تمثيلهما من وحدات D-glucose، فإن الرابطة بين تلك الوحدات تختلف بينهما. فالنشا تكون فيه الرابطة α-1,4، وهى تتحلل بفعل عديد من إنزيمات الأميليز التى يفرزها الإنسان. أما السيليلوز فتكون فيه الرابطة β-1,4، ولا يمكن للإنسان إفراز إنزيم السليوليز cellulase الذى يلزم لهضمها. كذلك يفتقر الإنسان للإنزيمات الضرورية لتحلل البكتينات والهيميسيليلوز إلى وحدات حامض الجالاكتيرونك galacturonic، وإلى الزيلوز xylose والمكونات البنتوزية pentose الأخرى، على التوالى (عن Wills وآخرين ١٩٩٨).

الألياف

تُعرّف الألياف التى يتناولها الإنسان ضمن غذائه Dietary Fiber بأنها: المكونات الغذائية النباتية التى تقاوم الهضم بواسطة الإنزيمات التى توجد طبيعيًّا فى الإنسان. وهى تتكون أساسًا من مكونات الجدر الخلوية، التى تشمل عديدات التسكر – غير النشا – واللجنين.

وتقسم الألياف إلى قابلة للذوبان فى الماء، وتشمل: البكتينات، والصموغ، والهُلام النباتى mucilages، وأخرى غير قابلة للذوبان فى الماء، وتشمل: السيليلوز، والنصف سيليلوز hemicellulose، واللجنين. ويلزم لهضم هذه الألياف إنزيمات لا توجد فى الجهاز الهضمى للإنسان، مثل: الـ cellulase، والـ hemicellulase، والـ Pectinase.

وبينما تبطئ الألياف القابلة للذوبان فى الماء إخراج الفضلات من جسم الإنسان وتبطئ مرور الغذاء خلال الأمعاء الدقيقة، ولا تؤثر فى كمية الإخراج.. فإن الألياف غير القابلة للذوبان فى الماء تُسرع من إخراج الفضلات ومرورها فى الأمعاء الدقيقة، وتزيد من كمية الإخراج.

وتخفض معظم الألياف القابلة للذوبان فى الماء نسبة الكوليسترول فى الدم، بينما ليس للألياف غير القابلة للذوبان تأثير عليها.

وقد أثبتت الدراسات الطبية أن الألياف تفيد فى خفض معدلات الإصابة بكل من أمراض القلب والسرطان، والسكتة الدماغية، والبول السكرى، وتصلب الشرايين، وهى الأمراض المسئولة عن حوالى ٦١٪ من حالات الوفيات فى الولايات المتحدة الأمريكية (عن Anderson ١٩٩٠).

ويُعتقد فى وجود علاقة قوية بين نقص الألياف فى الغذاء والإصابة بالأمراض التالية (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤، و Wills وآخرين ١٩٩٨):

التهاب الزائدة الدودية Appendicitis.

سرطان القولون Cancer of the colon.

الإمساك Constipation.

جلطة الأوردة Deep vein thrombosis.

السكر Diabetes.

نتوءات أو بروزات القولون Diverticulosis.

الحصوات المرارية Gallstones.

البواسير Hemorrhoids.

الفتق Hiatus hernia.

الذبحة الصدرية Ischemic heart disease.

البدانة Obesity.

أورام الشرج Tumors of the rectum.

دوالي الأوردة Varicose veins.

البروتينات

البروتينات مركبات عضوية معقدة تتكون من اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية، وهى التى تتحلل إليها البروتينات أثناء عملية الهضم، وتمتص فى الدم على هذه الصورة، وهى – أى الأحماض الأمينية – ضرورية لبناء أنسجة الجسم المختلفة. وتستعمل البروتينات الزائدة على حاجة الجسم فى توليد الطاقة، ولكن تتولد عنها طاقة أقل بكثير مما يتولد عن هضم الدهون أو المواد الكربوهيدراتية.

تعتبر بذور البقوليات الجافة أغنى الخضر بالبروتينات، تليها البقوليات التى تستهلك خضراء. أما باقى الخضروات، فتعتبر فقيرة نسبيًا فى محتواها من البروتين، إلا إذا استهلكت بكميات كبيرة، كما فى حالة البطاطس، والكاسافا، واليام.

ومن الأحماض الأمينية التى تدخل فى تركيب البروتين ما يلى:

آلانين alanine، وجليسين glycine، وليوسين leucine ، وفالين valine، وفينيل آلانين phenylalanine، وأيزوليوسين isoleucine، وتريبتوفان tryptophan، وتيروزين tyrosine، وثريونين threonine، وسيرين serine، وحامض الجلوتامك glutamic acid، وحامض الأسبارتك aspartic acid، وجلوتامين glutamine، وأسباراجين asparagine، وأرجينين arginine، وليسين lysine، ومثيونين methionine، وهستيدين histidine، وسستين cysteine، وسستاين cystine، وهيدروكسى برولين hydroxyproline، وبرولين proline.

ويوجد بالأنسجة النباتية العديد من الأحماض الأمينية الأخرى، ولكنها لا تدخل فى تركيب البروتين.

الأهمية النسبة للأحماض الأمينية المختلفة للإنسان

تقسم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام بالنسبة لضرورة توافرها فى غذاء الإنسان، كما يلى:

١- أحماض أمينية ضرورية أو أساسية Essential، وهى التى لابد من توافرها فى غذاء الإنسان، إذ لا يستطيع الجسم تحضيرها من مصادر أخرى، بل لابد من حصوله عليها مباشرة. ويُبين جدول (١- ١) هذه الأحماض والكميات التى تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر سليم الجسم.

جدول (١- ١)

الأحماض الأمينية الضرورية، والكميات التى تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر سليم البدن

الحمض الأمينى		الحد الأدنى للاحتياجات اليومية (جرام)	الكمية التى يجب تناولها منه يوميًا (جرام)
تريبتوفان	tryptophan	٠.٢٥	٠.٥
فينيل آلانين	phenylalanine	١.١٠	٢.٢
ليسين	lysine	٠.٨٠	١.٦
ثريونين	threonine	٠.٥٠	١.٠
فالين	valine	٠.٨٠	١.٦
مثيونين	methionine	١.١٠	٢.٢
ليوسين	leucine	١.١٠	٢.٢
أيزوليوسين	isoleucine	٠.٧٠	١.٤

٢- أحماض نصف هامة، وهى التى لا يستطيع الجسم تحضيرها بكميات كافية من مصادر أخرى، وهى:

أرجينين arginine، وهستيدين histidine، وسيستاين cystine، وتيروزين tyrosine.

ويعتبر الحامضان هستيدين وأرجينين من الأحماض الأمينية الضرورية بالنسبة للأطفال.

٣- أحماض غير أساسية، وهى التى يستطيع الجسم تحضيرها عند توفر مصدر للآزوت فى الغذاء، وهى باقى الأحماض الأمينية.

ويجب أن تحتوى الوجبة الواحدة على جميع الأحماض الأمينية الضرورية ـ بالنسبة المناسبة لكل منها ـ حتى يمكن للجسم أن يستفيد منها فى تحضير البروتينات اللازمة له، كما يجب أن يكون الغذاء غنيًا بالآزوت، حتى يمكن للجسم أن يكوّن بنفسه ما ينقص من الأحماض الأمينية غير الأساسية (Arthey ١٩٧٥).

وإذا حدث نقص فى حامض أمينى ضرورى أو أكثر من واحد من الأحماض الأمينية الضرورية ـ عن النسبة الملائمة لأى منها ـ فإن استفادة الجسم من جميع الأحماض الأمينية الأخرى تنخفض بنفس النسبة؛ فيستخدم منها فى تمثيل البروتين القدر الذى يتناسب مع الحامض الذى لا يتواجد بالنسبة الملائمة. أما الفائض من تلك الأحماض فإنه يستخدم كمصدر للطاقة؛ حيث لا يمكن للجسم تخزينه.

ويستخدم دليل الأحماض الأمينية الضرورية Essential Amino Acid Index فى مقارنة القيمة النسبية للبروتينات المختلفة، وهو يقدر بالمعادلة التالية:

$$EAAI = 2\sqrt{(EAA_1)(EAA_2)(EAA_3)\ldots(EAA)_n}$$

حيث إن:

EAAI: دليل الأحماض الأمينية الضرورية.

EAA_1، و EAA_2، و EAA_3...، و $(EAA)_n$: تركيز مختلف الأحماض الأمينية الضرورية من رقم (1) إلى (n).

كما يعطى لكل بروتين قيمة كيميائية Chemical Score هى النسبة المئوية لأقل الأحماض الأمينية تواجدًا فى البروتين limiting amino acid (أو LA) إلى محتوى نفس الحامض الأمينى فى بروتين البيض whole egg protein (أو EA) ، كما يلى (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

$$\text{Chemical Score} - LA/EA \times 100$$

ويمكن التوصل إلى التوازن المطلوب من الأحماض الأمينية الضرورية ـ بالنسب الملائمة لكل منها ـ بتناول أغذية مكملة لبعضها فى تلك الأحماض فى الوجبة الواحدة، أو فى خلال فترة زمنية قصيرة. وكمثال على ذلك نجد أن الفاصوليا غنية بالحامض الأمينى ليسين lysine، وفقيرة فى محتواها من الحامضين مثيونين methionine، وسيستين cystine، بينما نجد أن القمح فقير

فى محتواه من الليسين وغنى بكل من المثيونين والسيستين. أما باقى الأحماض الأمينية الضرورية فإنها تتواجد بنسب عالية فى كل منهما. وباستهلاك الفاصوليا مع خبز القمح بنسبة ١:١ فإن الفرد يحصل على نسبة متوازنة من جميع الأحماض الأمينية الضرورية فى الوجبة الواحدة. كذلك يحدث التوازن عند تناول الجبن مع خبز القمح، والفاصوليا أو البسلة مع الأرز، و"الكورن فليكس" مع الحليب.

وتتضح الكميات الموصى بها من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية – والتى يتعين تواجدها ضمن الأغذية التى يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًا – فى القائمة التالية:

الحامض الأمينى الضرورى	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الأحماض الأروماتية	
فينيل آلانين – تيروزين	معًا: ١١٠٠
الأساسية	
ليسين	٨٠٠
هستديدين	غير معروف
ذو السلاسل المتفرعة	
أيزوليوسين	٧٠٠
ليوسين	١٠٠٠
فالين	٨٠٠
المحتوية على الكبريت	
مثيونين – سيستين	معًا: ١١٠٠
أحماض أمينية أخرى	
تريبتوفان	٢٥٠
ثريونين	٥٠٠
الأحماض الدهنية الضرورية	
أراشيدونك – لينوليك – لينولينك	٦٠٠٠

هذا.. ويُعدّ صافى الاستفادة من البروتين الموجود بالأغذية – فى تمثيل البروتين فى جسم الإنسان – دليلاً على جودة نوعية البروتينات الموجودة فى تلك الأغذية. ويعتبر بروتين البيض أفضل البروتينات نوعية، حيث تتواجد فيه الأحماض الأمينية الضرورية بنسب ملائمة – لكل منها – تجعل الاستفادة منه كاملة، وتليه مباشرة بروتينات الحليب، واللحوم، والأسماك، ومنتجات الألبان التى تتراوح معدلات الاستفادة من كل منها – منفردة – بين ٧٠٪ و ٨٠٪ تقريبًا. كذلك ترتفع معدلات الاستفادة إلى أكثر من ٧٠٪ فى كل من الذرة والأسبرجس، ولكنها تنخفض إلى ٥٠٪ فى فاصوليا الليما، وإلى نحو ٤٠٪ فى الفاصوليا الجافة العادية بسبب نقص الحامضين الأمينيين الكبريتيين مثيونين وسيستين فى كليهما. وبالمقارنة.. توجد الأحماض الأمينية بصورة متوازنة فى الخضر الورقية باستثناء الحامض مثيونين الذى تفتقر إليه.

وتلعب البروتينات دورًا هامًا فى استفادة الجسم من فيتامين أ؛ إذ يؤدى نقص البروتين فى الأغذية التى يتناولها الإنسان إلى حدوث نقص فى كل من الـ -retinol binding protein، والـprealbumin، وهما البروتينان اللذان يؤدى نقصهما فى الكبد إلى تخزين فيتامين أ فيه، وعدم انتقاله إلى أجزاء الجسم الأخرى، وتظهر – نتيجة لذلك – أعراض نقص فيتامين أ حتى لو تناول الفرد كميات كافية منه أو من البيتاكاروتين فى غذائه (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

العناصر

يحتوى جسم الإنسان على عدد كبير من العناصر، بعضها غير معدنى، مثل: الكربون، والأيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والكبريت، والكلور، والبروم، واليود، والبورون، وبعضها معدنى، مثل: الكالسيوم، والمغنسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والحديد، والنحاس، والزنك، والنيكل، والكوبالت، والمنجنيز، والألومنيوم، والموليبدنم.

وتقسم العناصر حسب الكمية التى يحتاج إليها جسم الإنسان إلى فئتين رئيسيتين كما يلى:

١- عناصر كبرى Macroelements: وهى التى يحتاج إليها الجسم بكميات تزيد على ملليجرام واحد يوميًا، وتشمل الكالسيوم، والمغنسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والفوسفور، والكبريت، والكلور، والفلور.

٢ـ عناصر صغرى Microelements: وهى التى توجد فى الجسم بتركيزات تتراوح بين ١٠$^{-٦}$ و ١٠$^{-١٢}$ جرامًا لكل جرام من وزن الجسم، وتشمل باقى العناصر.

الكالسيوم

يوجد الكالسيوم بوفرة فى جسم الإنسان، حيث تصل كميته إلى نحو ١٢٠٠جم فى الشخص الذى يزن ٧٠ كيلوجرام. ويوجد ٩٩٪ من الكالسيوم فى العظام والأسنان. ويزداد امتصاص الكالسيوم فى وجود فيتامين د، ويقل فى وجود حامض الفيتيك phytic acid الذى يوجد بحبوب النجيليات، ويكوّن أملاح الكالسيوم والمغنسيوم غير القابلة للذوبان.

ومن الخضر الغنية بالكالسيوم: البقدونس، والفاصوليا الجافة، والفول الرومى، والبروكولى.

ويجب الاهتمام بمستوى حامض الأوكساليك فى الغذاء، لما لذلك من أهمية فى تكوين أوكسالات الكالسيوم وأوكسالات المغنسيوم، وكلاهما غير قابل للذوبان، ولا يستفيد منه الجسم. معظم الأغذية لا تحتوى على حامض الأوكساليك بكميات تكفى لربط الكالسيوم والمغنسيوم فى نفس الغذاء، أو فى الأغذية الأخرى التى تؤكل معها. فالجزر، والكولارد، والكيل، والكرات، والبامية، والجزر الأبيض، والبطاطس، والبطاط تحتوى على كميات قليلة من حامض الأوكساليك لا تكفى لربط ما يوجد بهذه الخضروات من كالسيوم ومغنسيوم، لكن أوراق البنجر، والسبانخ النيوزيلندى، والروبارب، والسبانخ، والسلق تحتوى على كميات من حاض الأوكساليك أكثر مما يكفى للاتحاد بكل ما تحويه هذه الخضر من كالسيوم ومغنسيوم. كما تحتوى الرجلة أيضًا على كميات عالية جدًا من الحامض تصل إلى ٠.٥ ــ ١.٠جم/١٠٠جم من الوزن الطازج. وتعتبر الكمية المتوسطة من حامض الأكساليك فى الغذاء فى حدود ٠.٢ ــ ٠.٤جم/١٠٠جم، كما فى الفول السودانى، والبيكان (Watt & Merrill ١٩٦٣).

الفوسفور

يوجد بجسم الإنسان نحو ٧٠٠ جم من الفوسفور، منها نحو ٦٠٠جم فى الهيكل العظمى والأسنان. ويدخل الفوسفور فى نشاط العضلات والأعصاب، وفى التفاعلات التى تؤدى إلى إنتاج الطاقة. يوجد الفوسفور بكثرة فى البقوليات الجافة، مثل: الفاصوليا، واللوبيا، والبسلة، إلا أن نسبة كبيرة منه توجد فى صورة حامض الفيتيك.

المغنسيوم

يحتوى جسم الإنسان على نحو ٢٠ جم من المغنسيوم، يوجد نصفها فى العظام، وله علاقة بعمل العضلات. وتعتبر البقوليات الجافة من الخضر الغنية بالمغنسيوم.

الصوديوم .. والبوتاسيوم .. والكلور

للصوديوم – وهو فى صورة كلوريد صوديوم – أهمية كبيرة فى حفظ التوازن بين الحموضة والقلوية فى الجسم. وهو المسئول – إلى حد كبير – عن الضغط الأسموزى الكلى لسوائل الجسم. ولا تعد الخضر غنية بالصوديوم؛ الأمر الذى يفيد فى التحكم فى ضغط الدم. والمصدر الرئيسى للصوديوم بالنسبة للإنسان هو ملح الطعام، وإن كان جزء منه يصل إلى الجسم عن طريق الأغذية نفسها. ويصل إلى الجسم يوميًا نحو ٧,٥ – ١٨جم من كلوريد الصوديوم فى الأطعمة التى يتناولها الفرد. هذا .. ولا يحل البوتاسيوم محل الصوديوم أو العكس؛ بل يحتاج الإنسان إلى كليهما. وبينما يتوزع الصوديوم فى سوائل الجسم، فإن البوتاسيوم يوجد أساسًا داخل الخلايا. أما أيون الكلور، فإنه يصل إلى الجسم ضمن كلوريد الصوديوم، ويلعب دوره فى حفظ الضغط الأسموزى، وحفظ سوائل الجسم. ولا يمكن فصل أيض الكلور عن أيض الصوديوم بالجسم.

ويلعب البوتاسيوم دورًا هامًا فى التحكم فى فرط ضغط الدم hypertension. ويفيد الحصول على نحو ٣٥٠٠ ملليجرام من البوتاسيوم يوميًا فى خفض احتمالات الإصابة بالسكتة stroke.

اليــود

يحصل الإنسان على اليود من الأغذية بصفة أساسية، ولكن البعض منه يحصل عليه الإنسان مما يوجد مختلطًا بالماء وملح الطعام. ويحتوى جسم الإنسان الذى يزن٧٠ كجم على نحو ٢٥ ملليجرام من اليود، منها نحو ١٥ ملليجرام بالغدة الدرقية. ويؤدى نقص اليود إلى تضخم فى الغدة الدرقية. ويحتاج الإنسان يوميًا إلى نحو ١٠٠- ١٥٠ ميكروجرام من اليود. ويوجد اليود بكثرة فى الطحالب والأسماك البحرية.

الفلــور

يوجد الفلور فى عديد من أنسجة الجسم، خاصة فى العظام والأسنان، حيث يوجد بنسبة ٠,٠١ – ٠,٠٣٪ فى العظام، وبنسبة ٠,٠١ – ٠,٠٢٪ فى ميناء الأسنان. ونظرًا لأنه لا يوجد أى نظام غذائى يخلو من الفلور؛ لذا .. فإنه من الصعب معرفة دوره فى جسم الإنسان، لكن من المعروف أن نقص الفلور عن جزء واحد فى المليون فى ماء الشرب يؤدى إلى تفتت ميناء الأسنان، وظهور نقر بها، وتبدو الأسنان غير لامعة.

الحديـد

يصل إلى جسم الإنسان البالغ نحو ١٥ ملليجرامًا من الحديد يوميًا فى الأغذية المختلفة، لكن معظم هذه الكمية توجد مرتبطة بمركبات أخرى، ولا يستفيد الجسم إلا من نحو ١.٥ – ٢ ملليجرام منها. يوجد الحديد عادة فى هيموجلوبين الدم. ونظرًا للفقد المستمر فى خلايا الهيموجلوبين، فإنه يلزم تعويضها بصفة دائمة. وتمتص أملاح الحديد على صورة حديدوز؛ لذلك فإن وجود عوامل مختزلة، مثل حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يزيد من امتصاصه. ويؤدى نقص الحديد إلى حالات فقر الدم. ويوجد الحديد بوفرة فى بذور البقوليات الجافة، وفى السبانخ، والسلق، والبقدونس، ولكن استفادة الجسم منه تقل عند وجوده مختلطًا مع الفيتات phytates التى توجد فى الخبز المصنع من الدقيق الكامل، وعند اختلاطه بالأوكسالات oxalates التى توجد فى الخضر الورقية. وبالمقارنة .. تكون استفادة الجسم من الحديد المتوفر فى اللحوم كاملاً.

النحاس

يحتاج الإنسان إلى نحو ملليجرامين من النحاس يوميًا، وينحصر دوره الرئيسى – فى الجسم – فى منع ظهور حالات الأنيميا. ويتوفر النحاس فى العديد من المواد الغذائية. وتعد البقول الجافة من أغنى الخضر به.

الزنـك

يحتوى الغذاء العادى الذى يتناوله الإنسان يوميًا على نحو ١٢- ٢٠ملليجرام من الزنك. يدخل العنصر فى تركيب بعض إنزيمات الجسم، وهو ضرورى لالتآم الجروح. وتعتبر البسلة من الخضر الغنية به.

المنجنيـز

يلعب المنجنيز دورًا فى تنشيط عدد من الإنزيمات. ورغم أنه لم يثبت قطعيًا أن هذا العنصر ضرورى للإنسان، فإنه قد قدر أن تناول نحو ٠.٠٢ – ٠.٠٣جم من العنصر يوميًا قد يكون له بعض الفائدة. وتعد البذور من أغنى الأغذية بهذا العنصر.

الكوبالـت

يدخل الكوبالت فى تركيب فيتامين ب١٢ (B_{12}) وبعض مرافقات الإنزيمات. ويحتوى الغذاء اليومى الطبيعى على نحو ٥ – ٨ ميكروجرامات من الكوبالت، وتعد تلك الكمية أكثر من احتياجات الفرد.

الموليبدنـم

يوجد الموليبدنم بتركيز ٠.٠٥ – ٠.١ جزءًا فى المليون فى أنسجة الكبد والعضلات. وهو ضرورى لتنشيط بعض إنزيمات الجسم.

الكبريت

يدخل الكبريت فى تركيب الحامضين الأمينيين سستاين cystine، ومثيونااين methionine، ومنهما يحصل الإنسان على معظم احتياجاته من هذا العنصر.

السيلينيوم

رغم ثبوت ضرورة عنصر السيلينيوم للحيوان، إلا أنه لا يعرف أعراض نقصه فى الإنسان، وإن كان من المعتقد أنه من العناصر التى يحتاج إليها الإنسان بكميات قليلة للغاية. ويعتبر محتوى الخضر من هذا العنصر منخفضًا جدًا، كما يتضح من جدول (١-٢) (عن Harrow & Mazur ١٩٦٦، و Keane ١٩٧٢).

وقد أوضحت دراسات Zayed (١٩٩٣) أن عنصر السيلينيوم يمكن أن يتراكم فى بعض الخضروات – مثل الكرنب – بتركيزات عالية قد تسبب مشاكل صحية؛ حيث وصل تركيزه إلى ٢٠٠مجم/ كيلوجرام من أوراق الكرنب على أساس الوزن الطازج.

الكروم

يلعب الكروم دورًا فى أيض الجلوكوز.

جدول (١-٢)

محتوى بعض الخضر من عنصر السيلينيوم

محصول الخضر	محتواه من السيلينيوم (ميكروجرام / جرام وزن طازج)
الجزر	٠,٠٢٢
الكرنب	٠,٠٢٢
القنبيط	٠,٠٠٦
الذرة السكرية	٠,٠٠٤
الفلفل	٠,٠٠٧
البسلة الخضراء	٠,٠٠٦
الخس	٠,٠٠٨
البطاطا	٠,٠٠٦
البطاطس	٠,٠٠٥
الطماطم	٠,٠٠٥
اللفت	٠,٠٠٧

تقسيم العناصر حسب حاجة الجسم منها

تقسم العناصر – حسب الكمية اليومية التى يحتاج إليها الجسم – إلى ثلاثة فئات، بالإضافة إلى فئة رابعة تضم العناصر السامة التى لا يحتاج إليها الجسم، كما يلى:

العناصر الكبرى Macrominerals

يبين جدول (١-٣) مدى اسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر التى يحتاج إليها الجسم بكميات كبيرة macrominerals، وهى: البوتاسيوم، والصوديوم، والكالسيوم، والفوسفور، والمغنيسيوم (عن Levander ١٩٩٠)، والذى يتبين منه حصول الجسم على نسبة كبيرة من حاجته من كل من البوتاسيوم والمغنسيوم من الخضر والفواكه.

جدول (١ – ٣)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر الكبرى Macrominerals

العنصر	معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (مجم)		٪ من الإجمالى	معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم)
	من الخضر والفاكهة	الإجمالى		
البوتاسيوم	١١٨٨	٣٣٩٤	٣٥	١٦٠٠– ٣٥٠٠
الصوديوم	٥٣٦	٤٨٧٥	١١	٥٠٠ – ٢٤٠٠
الكالسيوم	٨٠	١١٤٦	٧	٨٠٠
الفوسفور	١٩٠	١٧٢٧	١١	٨٠٠
المغنيسيوم	٨٢	٣٤٠	٢٤	٣٥٠

العناصر الدقيقة Microminerals

تعرف العناصر التى يحتاج إليها الجسم بمعدل ملليجرامات إلى عشرات من الملليجرامات يوميًا باسم العناصر الدقيقة Microminerals، وهى تشمل الحديد، والزنك، والنحاس، والمنجنيز، والسيليكون، والبورون، ويبين جدول (١-٤) مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة

الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من تلك العناصر. ويتضح من الجدول أن الخضر والفاكهة لا تعد – بصورة عامة – من المصادر الجيدة لكل من الحديد، والزنك، والسيليكون؛ حيث لا تمد الجسم إلا بنحو ١٠٪ من احتياجاته اليومية منها. وبالمقارنة.. فإن الخضر والفاكهة تمد الجسم بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى النحاس والمنجنيز، ونحو ٦٠٪ من احتياجاته من عنصر البورون.

جدول (١ – ٤)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد جسم الإنسان بحاجته من العناصر الصغرى **Microminerals**

العنصر	معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (مجم)		٪ من الإجمالى	معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم)
	من الخضر والفاكهة	الإجمالى		
الحديد	٢,٥	١٩	١٣	١٠
الزنك	١,١	١٦	٧	١٥
النحاس	٠,٣٧	١,٧	٢٢	١,٥ – ٣
المنجنيز	١,٣	٦,١	٢١	٢ – ٥
السيليكون	٣,٧	٢٩	١٣	٢ – ٢٠ ؟
البورون	١,٠	١,٧	٥٩	١ ؟

العناصر الفائقة الدقة **Ultratrace Minerals**:

يبين جدول (١- ٥) مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد الجسم بحاجته من العناصر الدقيقة جدًا **ultratrace minerals**، وهى التى يحتاج إليها الجسم بمعدلات تقل عن ملليجرام واحد يوميًا. ويتضح من الجدول أن الخضر والفاكهة لا تمد الجسم سوى بنسبة منخفضة من احتياجاته من عنصرى السيلينيوم والموليبدنم، ولكنها تمده بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى الكروم والزرنيخ، وبنحو ثلث احتياجاته من عنصر النيكل (عن **Levander** ١٩٩٠).

جدول (١ – ٥)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى إمداد جسم الإنسان بحاجته من العناصر الدقيقة جدًا Ultratrace Minerals

العنصر	معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (ميكروجرام)		٪ من الإجمالى	معدل الاستهلاك اليومى الموصى به من العنصر (مجم)
	من الخضر والفاكهة	الإجمالى		
السيلينيوم	٠.٥	٣٠	٢	٧٠
الكروم	٦.٨	٢٩	٢٣	٥٠– ٢٠٠
الموليبدنم	١٥	١٢٠	١٣	٧٥– ٢٥٠
النيكل	٤٤	١٣٠	٣٤	>١٥٠ ؟
الزرنيخ	١٢	٥٨	٢١	١٥ ؟

وتبين القائمة التالية الكميات الموصى بها من مختلف العناصر التى يتعين تواجدها ضمن الأغذية التى يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًا (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

العنصر	الكمية التى توجد فى جسم الإنسان البالغ (جم)	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الكالسيوم	١٥٠٠	٨٠٠
الفوسفور	٨٦٠	٨٠٠
الكبريت	٣٠٠	يحصل عليه الجسم من الأحماض الأمينية الكبريتية
البوتاسيوم	١٨٠	٢٥٠٠
الكلورين	٧٤	٢٠٠٠
الصوديوم	٦٤	٢٥٠٠
المغنيسيوم	٢٥	٣٥٠
الحديد	٤.٥	١٠
الفلورين	٢.٦	٢
الزنك	٢	١٥
النحاس	٠,١	٢
السليكون	٠.٢٤	غير معروفة

(يتبع)

تابع القائمة

العنصر	الكمية التى توجد فى جسم الإنسان البالغ (جم)	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الفاناديم	٠,٠١٨	غير معروفة
القصدير	٠,٠١٧	غير معروفة
النيكل	٠,٠١٠	غير معروفة
السيلينيوم	٠,٠١٣	حوالى ٠,٠٥- ٠,١
المنجنيز	٠,٠١٢	حوالى ٦- ٨
اليود	٠,٠١١	٠,١٤
المولبيدنم	٠,٠٠٩	حوالى ٠,٤
الكروم	٠,٠٠٦	حوالى ٠,٠٥ - ٠,١٢
الكوبالت	٠,٠٠١٥	–

العناصر السامة التى لا يحتاج إليها الجسم

يظهر مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى تزويد الجسم بالعناصر السامة toxic minerals له فى جدول (١- ٦)، والذى يتضح منه أن الجسم يحصل على نحو ثلث الكميات التى تصل إليه من عنصرى الكادميم والرصاص السامين من الخضر والفاكهة التى يستهلكها الإنسان (عن Levander ١٩٩٠).

جدول (١- ٦)

مدى إسهام الخضر والفاكهة – فى الولايات المتحدة الأمريكية – فى تزويد الجسم بالعناصر السامة **toxic minerals**

العنصر	معدل الاستهلاك اليومى للعنصر (ميكروجرام)		٪ من الإجمالى	الحد الأقصى اليومى الممكن من العنصر (ميكروجرام)
	من الخضر والفاكهة	الإجمالى		
الزئبق	٠,٣	٥,٧	٥	٤٣
الكادميم	٣,٨	١٣	٢٩	٥٧- ٧١
الرصاص	٢٢	٦٦	٣٣	٤٣٠

الفيتامينات

يحتاج النمو الطبيعى للجسم – إلى جانب المواد الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون والأملاح غير العضوية والماء – إلى مواد أخرى تسمى بالفيتامينات، ويجب أن يحصل الجسم على كميات معينة منها يوميًا. وتقسم الفيتامينات عادة إلى:

١- فيتامينات تذوب فى الدهون، وتشمل فيتامينات أ، د، هـ (E).

٢- فيتامينات تذوب فى الماء، وتشمل فيتامين ج، ومجموعة فيتامينات ب.

تلعب الميتوكوندريا النباتية دورًا هامًا فى تمثيل حامض الفوليك folate (فيتامين ب٩)، وحامض البانتوثنك panthothenate (فيتامين ب٥)، وحامض الأسكوربيك ascorbate (فيتامين ج)، وربما – كذلك – الثيامين (فيتامين ب١). ويُعد فيتامين ب١٢ فريدًا من حيث كونه يتواجد فى النباتات الوعائية، ولكنه يتوفر بكثرة فى الطحالب. ويُستدل من دراسات حديثة على أن الطحالب لا تقوم بتمثيل الفيتامين، وإنما تحصل عليه من البكتيريا.

وجدير بالذكر أن النباتات تحتاج – هى كذلك – للفيتامينات التى تقوم بتمثيلها (Smith وآخرون ٢٠٠٧).

فيتامين أ (A)

يتوفر فيتامين أ فى الأنسجة الحيوانية، خاصة الكبد الذى يخزن به. ويوجد الفيتامين فى النباتات فى صورة مادة أولية يتشكل منها (precursor) تسمى بادئ فيتامين أ provitamin A تنتمى إلى مجموعة من الصبغات تسمى بالكاروتينات carotenoids، والتى منها: ألفا كاروتين α-carotene، وبيتا كاروتين β- carotene، وأفانين aphanin، وكريبتوزانثين cryptoxanthine، وجاما كاروتين gamma– carotene.

ويقوم جسم الإنسان بتحضير فيتامين أ من هذه الصبغات فى الأغشية المبطنة للأمعاء.

يذوب فيتامين أ فى المذيبات العضوية، ولا يذوب فى الماء. وهو غير ثابت فى الهواء، ولكن يمكن تثبيته ضد الأكسدة بإضافة مضادات الأكسدة، مثل الهيدروكينون hydroquinone، وألفا توكوفيرول α-tocopherol (وهو فيتامين E). ولا يتأثر فيتامين أ بفعل الحرارة المرتفعة حتى

الغليان، ويمكن تجنب أي فقد باستبعاد الأكسجين أثناء الغليان، إلا إنه يفقد جزءًا كبيرًا من الفيتامين – في الخضر المجففة – بفعل الأكسدة.

وفيتامين أ ضروري للنمو والتناسل، ويلعب دورًا هامًا في كافة خلايا الجسم، خاصة خلايا الجلد والأغشية المخاطية. ويؤدي نقصه إلى ضعف الشهية للأكل، وحدوث اضطرابات في الجهاز الهضمي، وتقشُّر الجلد، وتعرضه للالتهابات، كما يؤدي نقص فيتامين أ إلى التعرض لأمراض الجهاز التنفسي والبولي والتناسلي، نتيجة إصابة الأغشية المبطنة لها بالوهن، كما تقل القدرة على الإبصار ليلاً؛ أي يصاب الإنسان بالعشى الليلي (القباني ١٩٧٦). ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة دولية يوميًا من فيتامين أ، علمًا بأن كل وحدة دولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام بيتا كاروتين = ١,٢ ميكروجرام ألفا كاروتين = ٠,٣ ميكروجرام ريتينول retinol، والأخير هو المصدر الحيواني للفيتامين (Yamaguchi ١٩٨٣).

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن فيتامين أ يصنع في جسم الإنسان من بعض المواد الكاروتينية التي توجد في الأغذية. وبرغم وجود أكثر من ١٠٠ نوع من المركبات الكاروتينية في النباتات، فإن ١٠ مركبات منها فقط هي التي يصنع منها فيتامين أ ، وأهمها: البيتا كاروتين، ويليها في الأهمية كل من الألفا والجاما كاروتين، ثم بعض الكاروتينات الأخرى ليس منها الليكوبين lycopene (وهي الصبغة المسئولة عن اللون الأحمر في بعض الخضر، مثل: الطماطم، والبطيخ)، لأنه لا يحتوي في تركيبه على حلقة البيتاسيكلوهيكسينيل β–cyclohexenyl ring الضرورية لتكوين فيتامين أ.

ومصادر فيتامين أ كثيرة، وأهمها الكبد وصفار البيض والجبن والزبد، كما أنه يتوفر في الخضروات الصفراء اللون كالجزر والبطاطا والقاوون، وفي الخضروات الورقية، نظرًا لتواجد الكاروتين عادة مع الكلوروفيل؛ لذا نجد أن الخبيزة والملوخية والسلق والسبانخ من أغنى الخضر بهذا الفيتامين. وتعتبر الخضر والفاكهة أهم مصادر فيتامين أ للإنسان في معظم دول العالم، خاصة دول العالم الثالث التي يقل فيها استهلاك المنتجات الحيوانية؛ كما يتضح من جدول (١- ٧) (Bradley ١٩٧٢).

جدول (١ – ٧)

الاستهلاك اليومى للفرد من فيتامين أ فى بعض دول العالم، ونسبة ما يحصل عليه الفرد من المصادر المختلفة

الدولة	مصادر فيتامين أ (٪)						الاستهلاك اليومى للفرد من فيتامين أ (وحدة دولية)
	المنتجات الحيوانية	الحبوب	الخضر والفاكهة	البقوليات والنقل	الجذور والدرنات	الدهون والزيوت	
الولايات المتحدة	٤٠	٢	٤٥	صفر	صفر	١٢	٩٩٥٧
المملكة المتحدة	٤٥	٢	٢٥	صفر	صفر	٢٨	٩٣٠٦
إيران	١٥	–	٦٥	٥	–	١٥	١٣٧٧
البرازيل	٥	–	٢٣	١	٦٥	٥	٢٨٩٩
كينيا	٦٨	٢	٢٧	–	–	–	٨٦٥
باكستان	٣	–	٩٧	–	–	–	٣٦٣٥
الكاميرون	١	–	١٠	٥	٢	٨٢	١١٥٧– ٢١٥٥
ساحل العاج	١	–	٨	٥٥	٣٥	–	٤٦٥٥

وتعد الكاروتينات التى يصنع منها فيتامين أ فى جسم الإنسان هى المسئولة عن الألوان الصفراء والبرتقالية والحمراء فى كثير من الخضر والفاكهة. ونظرًا لأنها توجد مختلطة – فى النباتات – مع الكاروتينات التى لا يُصنع منها فيتامين أ ؛ لذا .. فإن التقديرات الأولى لهذه الكاروتينات كانت تميل إلى الارتفاع. ويشذ عن ذلك تقديرات الكاروتينات فى كل من الجزر والبطاطا والكوسة الصفراء التى يرتفع محتوى الكاروتين فى أصنافها الحديثة؛ فمثلاً .. تحتوى جذور صنف الجزر Beta III (وهو أحد الأصناف الحديثة من طراز Imperator) على ٢٧٠ جزءًا فى المليون من الكاروتين، مقارنة بنحو ٨٠- ١٢٠ جزءًا فى المليون فى الأصناف الأخرى المماثلة من نفس الطراز. ويتميز هذا الصنف بلونه البرتقالى القاتم (عن Simon ١٩٩٠).

ونعرض - فيما يلى- بيانًا بمدى إسهام الخضر وبعض الفاكهة- فى الولايات المتحدة الأمريكية - فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (عن Axtell ١٩٨١):

المحصول	إسهامه فى إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (٪)
الجزر	١٣,٩
الطماطم	٩,٥
البطاطا	٥,٦
القاوون	٢,٦
السبانخ	٢,٢
البرتقال	١,٣
الخوخ	١,٣
الكوسة والقرع العسلى	٠,٩
الخس	٠,٨
البطيخ	٠,٨
الذرة	٠,٧
الفاصوليا الخضراء	٠,٧
البسلة الخضراء	٠,٦
المشمش	٠,٦
الهندباء	٠,٥

مجموعة فيتامينات ب

تضم مجموعة فيتامينات ب عددًا كبيرًا من الفيتامينات التى لا ترتبط ببعضها كيميائيًا وفسيولوجيًا، لكنها تشترك جميعًا فى كونها تعمل كمرافقات إنزيمات. ونقدم - فيما يلى- شرحًا موجزًا لهذه الفيتامينات.

الثيامين Thiamine، أو فيتامين ب١ (B_1)، أو الآنورين

يذوب فيتامين ب١ فى الماء، ويتحطم بسهولة بفعل الحرارة؛ لذا تقل نسبته فى الأغذية المعلبة. ويتوقف مدى الفقد أثناء التسخين على درجة حموضة الوسط ، حيث يكون الفيتامين ثابتًا فى الوسط الحامضى، بينما يُفقد بسرعة فى الوسط القلوى. ونظرًا لذوبانه فى الماء؛ فإن الاستغناء عن ماء سلق الخضروات يعنى فقد جزء كبير منه.

ويؤثر فيتامين ب١ على الجهاز العصبى، وهو أساسى للنمو وتنشيط الشهية والهضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية. وتزداد الحاجة إليه أثناء النمو والحمل والإرضاع، وفى فترة النقاهة من الأمراض. ويؤدى انعدام الفيتامين إلى ظهور أعراض مرض البرى برى Beri-Beri. ويحتاج الإنسان إلى نحو ١.٣ – ١.٦ ملليجرام يوميًا من فيتامين أ. ويوجد الفيتامين بوفرة فى النقل، وأجنة الحبوب، ومسحوق الخميرة، بالإضافة إلى بعض الخضر كالبقول الجافة.

الريبوفلافين Riboflavin، أو فيتامين ب٢ (B_2) أو فيتامين جى (G) أو لاكتوفلافين Lactoflavin

يتميز هذا الفيتامين عن باقى فيتامينات مجموعة ب بشدة مقاومته للحرارة، وعدم تأثره بالأكسدة؛ وبذلك فهو لا يتأثر بعمليتى الطبيخ والتجفيف، لكنه يتأثر بالضوء، حيث يُفقد جزءًا كبيرًا منه عند تعرضه لأشعة الشمس.

ويعتبر فيتامين ب٢ ضروريًا لسلامة الجلد، وللنمو الطبيعى عند الأطفال، ويؤدى نقصه إلى جفاف الجلد وتقرحه، وتشقق اللسان والشفتين، وتقصف الأظافر وسقوط الشعر. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ملليجرام واحد يوميًا من هذا الفيتامين. ويوجد فيتامين ب٢ فى عديد من الأغذية، لكن مصادره الجيدة هى الخميرة واللبن وبياض البيض والكبد والقلب والكلية، والخضر الورقية؛ مثل السبانخ والخس وأوراق الفجل، وكذلك الجزر والطماطم.

حامض النيكوتينك Nicotinic Acid، أو النياسين Niacin

يطلق على حامض النيكوتينك أحيانًا اسم فيتامين ب٥ (B_5) أو فيتامين بى بى (PP) والنيكوتينامين Nicotinamine. ويتميز بأنه ثابت ضد الحرارة والضوء، ولا يتأثر بدرجة الحموضة، لكنه يذوب فى الماء؛ وبذلك فإنه يتعرض للفقد فى ماء السلق.

وترجع أهمية حامض النيكوتينك إلى أنه يقى الإنسان من الإصابة بمرض البلاجرا الذى يصحبه التهاب الأعصاب، وفقد الشهية للطعام، واحمرار اللسان، ثم تشققه وتقرحه، وتشقق الشفتين، أو جفاف البلعوم، ويرافق ذلك قئ وإسهال مدمٍ، وتظهر على الجلد بقع حمراء. ومع تقدم المرض ينتهى المريض إلى الاختلال والجنون أو الشلل. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢٠ ملليجرام يوميًا من هذا الفيتامين، وهو يتوفر فى اللحوم وصفار البيض والخمائر والخبز الكامل والعدس والزبدة. ومن

الخضروات الغنية به: البقوليات الجافة والخضراء، خاصة البسلة، وكذلك البطاطس والبقدونس والبامية والكوسة (Watt & Merrill ١٩٦٣، والقباني ١٩٧٦).

البيريدوكسين Pyridoxine أو فيتامين ب٦ (B_6)

يفقد فيتامين ب٦ بسهولة، نظرًا لأنه يذوب في الماء، ويتأثر بالضوء، وبالأشعة فوق البنفسجية، وبالوسط القلوي. ويتكون هذا الفيتامين من ثلاثة مركبات مرتبطة معًا؛ هي: بيريدوكسين pyridoxine، وبيريدوكسال pyridoxal، وبيريدوكسامين pyridoxamine.

ويؤدي نقص فيتامين ب٦ إلى اضطراب التفكير، وظهور بعض الالتهابات الجلدية. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢- ٣ ملليجرام منه يوميًا. ويتوفر الفيتامين في القمح، والخمائر، والذرة، وقصب السكر، والعسل الأسود، وصفار البيض، والكبد، والحليب، وكذلك في الكرنب، والسبانخ، والبقوليات.

حامض البانتوثينك Pantothenic Acid

يتميز حامض البانتوثينك بتحمله للحرارة والأكسدة، لكنه يذوب في الماء، ويتأثر بالحموضة والقلوية. ويرتبط هذا الفيتامين بعمليات تمثيل المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات بالجسم، ويؤدي نقصه إلى الشعور بالتعب والملل والضيق واضطراب التفكير. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو خمسة ملليجرامات منه يوميًا. ويتوفر حامض البانتوثينك في الكبد، والكلاوي، والبيض، كما يوجد في البسلة، والكرنب، والصليبيات، والبطاطس، والطماطم، والبطاطا.

البيوتين أو فيتامين ب٧ (B_7)

يذوب البيوتين في الماء والكحول، ويتحمل الحرارة، ويؤدي نقصه إلى تكون بثرات على اللسان، ولكن لا تُعْرَف – على وجه الدقة – حاجة الإنسان اليومية منه. وأهم مصادره: الكبد، والكلاوي، واللبن، والعسل الأسود، وكثير من الخضروات، كالطماطم، والبطيخ، والفراولة (القباني ١٩٧٦).

الإينوزيتول Inositol

لم تتحدد أهمية الإينوزيتول للإنسان بوضوح. وهو يتوفر في فول الصويا، والمخ، والنخاع.

الكولين Choline

يؤدى نقص الكولين إلى حدوث نزيف اللسان، وتضخم الكبد فى حالة إدمان المشروبات الكحولية. وتقوم الأحياء الدقيقة فى الجسم بصنعه وتوفيره جزئيًا. وأغنى مصادره: بياض البيض، والكبد، والكلاوى، وأجنة الحبوب.

بارا أمينو حامض البنزويك Para-aminobenzoic acid

يذوب هذا الفيتامين بقلةٍ فى الماء، ويزداد ذوبانه فى الماء الدافئ والكحول. ويفيد فى علاج آفات الجلد والشعر، كَحَبِّ الشباب، وقشر الرأس، وداء الصدف، والصلع والشيب المبكر. وأهم مصادره قشر الأرز، والكلاوى، والكبد، والخمائر (Harrow & Mazur ١٩٦٦).

حامض الفوليك Folic Acid، أو فيتامين ب٩ (B_9)

يتميز فيتامين ب٩ بقلة ذوبانه فى الماء، وبتحمله للحرارة والوسط القلوى، لكنه يفقد بالحرارة فى الوسط الحامضى، وكذلك بالتخزين فى درجة الحرارة العادية. ويفيد فى حالات فقر الدم، والجلطة، والشلل المتسبب عن الجلطة. ويلزم الفرد البالغ منه نحو ٠.٥ ملليجرام يوميًا. ويوجد حامض الفوليك بكثرة فى الكبد والبقوليات الجافة، وأيضًا فى الأسبرجس، والسبانخ، والبروكولى، وفاصوليا الليما، والفاصوليا الخضراء، والكرنب، وأوراق اللفت، وفى البنجر، والخس، كما يُصنَّع بواسطة البكتيريا التى تعيش فى الأمعاء الغليظة للإنسان.

الكوبلامين Coplamine، أو فيتامين ب١٢ (B_{12})

يتميز فيتامين ب١٢ بقابليته للذوبان فى الماء، وبمقاومته للحرارة فى الوسط المتعادل، لكنه يفقد إذا كان الوسط حامضيًا أو قاعديًا. ويفيد فيتامين ب١٢ فى علاج حالات فقر الدم الخبيث، وداء الصدف، وآفات الفم واللسان، وفى أكثر الحالات العصبية، حيث يُعطى مخلوطًا مع فيتامين ب١٢. ويحتاج الفرد البالغ منه إلى نحو ٨ – ١٥ ميكروجرام يوميًا. ويتوفر فيتامين ب١٢ فى الكبد، واللبن، واللحم، والبيض، والسمك، وربما تقوم بكتيريا الأمعاء الغليظة بتحضير جزء منه (صقر ١٩٦٥).

حامض الأسكوربيك Ascorbic Acid، أو فيتامين ج (C)

يُفقد فيتامين ج بسهولة بالأكسدة وبالتخزين؛ لذلك فإنه يُفقد كلية تقريبًا فى الخضر المجففة، ويقل تدريجيًا مع تخزين الخضروات. فالبطاطس يتناقص محتواها من ٥٠ ملليجرام/١٠٠ جرام فى

الدرنات الطازجة إلى ١٠ ملليجرامات/١٠٠جم بعد التخزين لعدة أشهر. ويفقد الكرنب نحو ٢٥٪ من محتواه من فيتامين ج عند تخزينه لمدة شهر في درجة الحرارة العادية. وتفقد السبانخ نحو ٥٠٪ من محتواها من فيتامين ج في غضون ١٠ أيام بعد الحصاد.

ويؤدى مجرد تقطيع الخضروات إلى فقد جزء كبير من فيتامين ج بالأكسدة، كما يتأكسد أيضًا حامض ديهيدروكسى أسكوربيك Dehydroxyascorbic، وهو مركب ليس له أى نشاط فسيولوجى كفيتامين ج، إلا أن فيتامين ج لا يفقد بارتفاع الحرارة فى غياب الأكسجين، كما لا يفقد بارتفاع درجة الحرارة فى وجود الأكسجين إذا كان الوسط حامضيًا (pH: ٣,٨- ٤,٢).

ويعتبر فيتامين ج أساسيًا للنمو والمحافظة على قوة الأوعية الدموية ومقاومة الالتهابات، ويؤدى نقصه إلى ضعف عام، وصداع، ونزيف اللثة، وتليف الأنسجة، وتآكل الأسنان، ويؤدى انعدامه إلى ظهور أعراض مرض الأسقربوط، وهى نزيف اللثة لأقل مس، ونزف آخر فى أنحاء الجسم، ونزف تحت الجلد، مع اضطرابات هضمية، وتخلخل الأسنان، والشعور بالوهن، وعدم القدرة على التركيز.

ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٧٥ ملليجرام يوميًا من فيتامين ج، وتقل هذه الكمية إلى نحو ٣٠ ملليجرام بالنسبة للأطفال، بينما تزداد إلى ١٠٠ ملليجرام يوميًا للمرأة الحامل، و١٥٠ ملليجرام للمرأة المرضع. ويُعطى المرضى عادة كميات أكثر من حاجة الجسم من الفيتامين.

وأهم مصادر فيتامين ج: الموالح، والفواكه ذات الثمار الصغيرة Berries، والبقدونس، والفلفل الأخضر، والبروكولى، وكذلك القنبيط والفراولة، والسبانخ، والكرنب. وتحتوى ثمار النوع *Malpighia punicifolia* (اسمه الإنجليزى: أسيرولا Acerola) على تركيزات عالية جدًا تصل إلى ١- ٢ جم/١٠٠جم من الثمار الناضجة. وتحتوى الثمار غير الناضجة على كميات أكبر. أما الأنواع الأخرى من نفس الجنس، فتحتوى على فيتامين ج بتركيزات أقل من ذلك بكثير؛ حيث تصل فى النوع *M. glabra* إلى ٢٠ – ١٠٠ مللیجرام/ ١٠٠جم (Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويعد الضوءُ العاملَ البيئى الوحيد المؤثر على محتوى ثمار ونباتات الخضر من فيتامين ج. فمثلاً، وجد أن ثمار الطماطم المغطاة جيدًا بالعرش تحتوى على كميات أقل من فيتامين ج، بالمقارنة بتلك المعرضة للضوء، كما أن زيادة شدة الإضاءة من ٦٠٠ إلى ٨٠٠ قدم- شمعة لمدة ٧ أيام أدت إلى زيادة محتوى أوراق اللفت من فيتامين ج بنسبة ٣٣٪ (Bradley ١٩٧٢).

ونعرض – فيما يلي – بيانًا بمدى إسهام الخضر وبعض الفاكهة– في الولايات المتحدة الأمريكية – في إمداد الجسم بحاجته من فيتامين ج (عن Axtell) :

المحصول	إسهامه في إمداد الجسم بحاجته من فيتامين ج (٪)
البرتقال	٢٠.٤
البطاطس	١٩.٧
الطماطم	١٢.٢
الكرنب	٥.١
الجريب فروت	٤.٠
الفلفل الأخضر	٣.٠
البصل	١.٨
الفراولة	١.٨
القاوون	١.٧
الموز	١.٤
الخيار	١.٣
البروكولي	١.٢
الذرة	١.٢
البسلة الخضراء	١.٢
الفاصوليا الخضراء	١.٢
الخس	١.١
الليمون الأضاليا	١.١
البطاطا	٠.٩

فيتامين د (D)

يتميز فيتامين د بقابليته للذوبان في الدهون، ويعد من الفيتامينات الثابتة، إذ إن فقده في الأغذية ضئيل للغاية. ويوجد منه عدة أنواع؛ منها د٢، د٣. ومن أهم وظائف فيتامين د أنه ينظم تمثيل الكالسيوم والفوسفور في الجسم، ويساعد على بناء وتكوين العظام والأسنان. ويؤدى نقصه إلى انخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور في العظام، ومن ثم يحدث لين العظام، وتظهر أعراض الكساح.

ويحتاج الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات إلى نحو ٤٠٠ وحدة دولية منه يوميًا (كل ١ملليجرام = ٤٠٠٠٠ وحدة دولية).

ويتوفر فيتامين د في زيت كبد الحوت، والزيوت الحيوانية، والزبد، وصفار البيض، والحليب ومشتقاته، ولا يتوفر في الأغذية النباتية. ويقوم جسم الإنسان بتصنيع هذا الفيتامين بتحول مادة تسمى إرجسترول توجد تحت الجلد إلى فيتامين د عند تعرضها لأشعة الشمس.

فيتامين هـ (E)

يتميز فيتامين هـ بقابليته للذوبان في الدهون، وعدم ذوبانه في الماء، وبمقاومته للحرارة حتى ٢٠٠ °م، لكنه يتأكسد بسهولة، ويتحطم بفعل الأشعة فوق البنفسجية. ولفيتامين هـ دور هام في زيادة الخصوبة عند الرجال، كما يساعد على نمو الأجنة، ويمنع الإجهاض، ويقوى القلب والأوعية الدموية.

وأهم مصادر فيتامين هـ: جنين القمح، وزيت الفول السوداني، وزيت الذرة، وزيت بذرة القطن، وزيت فول الصويا، وزيت الزيتون. كما يوجد في الكرنب، والسبانخ، والبقدونس، والخس، والبسلة، والأسبرجس، بالإضافة إلى الجوز، وصفار البيض، والكبد.

فيتامين ك (K)

يذوب فيتامين ك في الدهون. وترجع أهميته إلى أنه يعمل على منع النزف، ويساعد الكبد على القيام بوظائفه. ومن أهم مصادره: الخضر الورقية، كالسبانخ، والكرنب، وكذلك الطماطم، والقنبيط ، والجزر، والبطاطس، والزيوت النباتية، وزيت السمك. كما يحصل الإنسان – تحت الظروف الطبيعية – على حاجته من هذا الفيتامين من البكتيريا التي تعيش في أمعائه الغليظة على بقايا الأغذية التي لا تمتص في الأمعاء الدقيقة (Harrow & Mazur ١٩٦٦، والحاج ١٩٦٩، وArthey ١٩٧٥، والقباني ١٩٧٦).

وتبين القائمة التالية الكميات الموصى بها من مختلف الفيتامينات، والتي يتعين تواجدها ضمن الأغذية التي يتناولها الفرد الذكر البالغ يوميًا (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦):

الفيتامين	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الذائبة فى الماء:	
الثيامين (ب١)	١.٥
الريبوفلافين (ب٢)	١.٨
النياسين	٢٠
البيريدوكسين (ب٦)	٢
حامض البانتوثنك	٥ – ١٠
الفوالاسين	٠.٤
ب١٢	٠.٠٠٣
البيوتين	غير معروفة (حوالى ٠.١٥ – ٠.٣)
الكولين	غير معروفة (حوالى ٥٠٠ – ٩٠٠)
حامض الأسكوربيك (فيتامين ج)	٤٥
الذائبة فى الدهون:	
فيتامين أ (الرتينول Retinol)	١
فيتامين د	٠.٠١
فيتامين هـ (التوكوفيرول Tocopherol)	١٥
فيتامين ك (فللوكينون Phylloquinone)	٠.٠٣

الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد

يختلف الأفراد فى احتياجاتهم اليومية من مختلف العناصر الغذائية، وذلك حسب الجنس والسن، كما هو موضح فى جدول (١- ٨) (U.S. Dept. Agr. ١٩٦٤).

جدول (١ – ٨)

الاحتياجات اليومية للفرد من مختلف العناصر الغذائية

الأفراد مقسمون حسب الجنس والسن	السعرات الحرارية	البروتين (جرام)	الكالسيوم (ملليجرام)	الحديد (ملليجرام)	فيتامين أ (وحدة دولية)	ثيامين (ملليجرام)	ريبوفلافين (ملليجرام)	نياسين (ملليجرام)	فيتامين ج (ملليجرام)	فيتامين د (وحدة دولية)
رجل ١٨– ٣٥ سنة	٢٩٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	١,٢	١,٧	١٩	٧٠	
٣٥ – ٥٥ سنة	٢٦٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	١,٠	١,٦	١٧	٧٠	
٥٥– ٧٥ سنة	٢٢٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٩	١,٣	١٥	٧٠	
امرأة ١٨ – ٣٥ سنة	٢١٠٠	٥٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٣	١٤	٧٠	
٣٥– ٥٥ سنة	١٩٠٠	٥٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٢	١٣	٧٠	
٥٥– ٧٥ سنة	١٦٠٠	٥٨	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٨	١,٢	١٣	٧٠	
+ للمرأة الحامل	٢٠٠	٢٠	٠,٥	٥	١٠٠٠	٠,٢	٠,٣	٣	٣٠	٤٠٠
+ للمرأة المرضع	١٠٠٠	٤٠	٠,٥	٥	٣٠٠٠	٠,٤	٠,٦	٧	٣٠	٤٠٠
أطفال حتى عمر:										
سنة واحدة	٩٠٠–١٠٠٠	٢٠	٠,٧	٨	١٥٠٠	٠,٤	٠,٦	٦	٣٠	٤٠٠
١– ٣ سنة	١٣٠٠	٣٢	٠,٨	٨	٢٠٠٠	٠,٥	٠,٨	٩	٤٠	٤٠٠
٣– ٦ سنة	١٦٠٠	٤٠	٠,٨	١٠	٢٥٠٠	٠,٦	١,٠	١١	٥٠	٤٠٠
٦– ٩ سنة	٢١٠٠	٥٢	٠,٨	١٢	٣٥٠٠	٠,٨	١,٣	١٤	٦٠	٤٠٠
أولاد ٩– ١٢ سنة	٢٤٠٠	٦٠	١,١	١٥	٤٥٠٠	١,٠	١,٤	١٦	٧٠	٤٠٠
١٢– ١٥ سنة	٣٠٠٠	٧٥	١,٤	١٥	٥٠٠٠	١,٢	١,٨	٢٠	٨٠	٤٠٠
١٥– ١٨ سنة	٣٤٠٠	٨٥	١,٤	١٥	٥٠٠٠	١,٤	٢,٠	٢٢	٨٠	٤٠٠
بنات ٩– ١٢ سنة	٢٢٠٠	٥٥	١,١	١٥	٤٥٠٠	٠,٩	١,٣	١٥	٨٠	٤٠٠
١٢– ١٥ سنة	٢٥٠٠	٦٢	١,٣	١٥	٥٠٠٠	١,٠	١,٥	١٧	٨٠	٤٠٠
١٥– ١٨ سنة	٢٣٠٠	٥٨	١,٣	١٥	٥٠٠٠	٠,٩	١,٣	١٥	٧٠	٤٠٠

الفصل الثاني

المصادر الهامة لمختلف العناصر الغذائية فى محاصيل الخضر وبعض الأغذية الأخرى

نتناول فى هذا الفصل المصادر الهامة لمختلف العناصر الغذائية الأساسية فى محاصيل الخضر، مع مقارنتها ببعض الأغذية الأخرى.

توفر الخضر والفاكهة ٩١٪ من الاحتياجات اليومية للفرد من فيتامينات C فى الولايات المتحدة الأمريكية، و٤٨٪ من فيتامين A، و٣٠٪ من حامض الفوليك (الـ folacin)، و٢٧٪ من فيتامين B_6، و١٧٪ من الثيامين، و١٥٪ من النياسين، بالإضافة إلى ١٦٪ من المغنيسيوم، و١٩٪ من الحديد، و٩٪ من السعرات الحرارية. ومن العناصر المغذية الأخرى التى توفرها الخضر والفاكهة الريبوفلافين (B_2)، والزنك، والكالسيوم، والبوتاسيوم، والفوسفور. هذا .. بينما توفر البقول والبطاطس والنقل حوالى ٥٪ من الاحتياجات اليومية للفرد من البروتين فى الولايات المتحدة (Kader وآخرون ٢٠٠٧).

ويبين جدول (٢-١) نسبة ما يحصل عليه الفرد (الأمريكى) من مختلف العناصر - المفيدة والسامة - من الخضر والفاكهة.

هذا .. وتتوفر أدلة على أن أصناف الخضر الحديثة العالية الإنتاج أقل محتوى من العناصر المغذية (المعادن) والبروتين عن الأصناف القديمة من نفس المحاصيل، ويتراوح هذا الانخفاض بين ٥٪، و٤٠٪ حسب المحصول والعنصر الغذائى، ويتفق ذلك مع العلاقة العكسية المعروفة بين كمية المحصول وتركيز المحتوى من العناصر الغذائية الهامة (Davis ٢٠٠٩).

جدول (٢ - ١)

نسبة ما يحصل عليه الفرد (فى الولايات المتحدة الأمريكية) من مختلف العناصر — المفيدة والسامة — من الخضر والفاكهة (عن Levander ١٩٩٠)

العنصر	الاحتياجات اليومية للفرد	ما يحصُل عليه من الخضر والفاكهة (٪)	تصنيف الخضر والفاكهة كمصدر للعنصر
العناصر الكبرى	(مجم/يوم)		
البوتاسيوم	٣٥٠٠ -١٦٠٠	٣٥	مصدر أساسى وجيد للعنصر
الصوديوم	٢٤٠٠ -٥٠٠	١١	مصدر ضعيف وذلك أمر جيد
الكالسيوم	٨٠٠	٧	مصدر ضعيف بصورة عامة
الفوسفور	٨٠٠	١١	مصدر ضعيف بصورة عامة
المغنيسيوم	٣٥٠	٢٤	مصدر لا بأس به للعنصر
العناصر الدقيقة	(مجم/ يوم)		
الحديد	١٠	١٣	مصدر فقير للعنصر
الزنك	١٥	٧	مصدر فقير للعنصر
النحاس	٣ -١,٥	٢٢	مصدر لا بأس به للعنصر
المنجنيز	٥ -٢	٢١	مصدر لا بأس به للعنصر
السيليكون	؟ ٢٠ - ٥	١٣	مصدر فقير للعنصر
البورون	؟ ١	٥٩	مصدر جيد للعنصر
العناصر المتناهية الصغر	(ميكروجرام/يوم)		
السيلينيم	٧٠	٢	مصدر ضعيف للعنصر
الكروم	٢٠٠ - ٥٠	٢٣	مصدر لا بأس به للعنصر
الموليبدنم	٢٥٠ - ٧٥	١٣	مصدر ضعيف للعنصر
النيكل	؟ ١٥٠>	٣٤	مصدر جيد للعنصر
الزرنيخ	؟ ١٥	٢١	مصدر لا بأس به للعنصر
المعادن السامة	الحد الأقصى المسموح به (ميكروجرام/يوم)		
الزئبق	٤٣	٥	مصدر ضعيف للعنصر
الكادميوم	٧١ -٥٧	٢٩	مصدر خطير للتسمم بالعنصر
الرصاص	٤٣٠	٣٣	مصدر خطير للتسمم العنصر

ويبين جدول (٢-٣) محتوى الخضروات من البروتينات، والدهون، والمواد الكربوهيدراتية الكلية، والسعرات الحرارية، وكذلك نسبة الألياف والرماد والرطوبة بها (نقلاً عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

المادة الجافة

يمكن اعتبار نسبة المادة الجافة بالخضر دليلاً على محتواها من العناصر الغذائية؛ لأن معظم العناصر تتناسب طرديًا مع محتوى الخضر من المادة الجافة، لكن هذه القاعدة لا تنطبق على جميع العناصر الغذائية، وبخاصة الفيتامينات.

وتبعًا لجدول (٢-٢) .. فإنه يمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من المادة الجافة (= ١٠٠ - نسبة الرطوبة الموضحة فى الجدول) إلى ثلاث مجموعات؛ كما يلى:

١- خضروات غنية بمحتواها من المادة الجافة (٨٨٪- ٩٠٪)، وتشتمل فقط على بذور البقوليات الجافة؛ أى بذور البسلة والفاصوليا واللوبيا والفول الرومى.

٢- خضروات متوسطة فى محتواها من المادة الجافة (١٥٪-٤٠٪) وتشتمل على الثوم، والبطاطس، والبطاطا، والقلقاس، والبقوليات الخضراء.

٣- خضروات منخفضة فى محتواها من المادة الجافة (٥٪- ١٥٪)، وتضم هذه المجموعة باقى الخضروات المعروفة، وفيها تكون نسبة المادة الجافة أقل ما يمكن فى القرعيات والخضر الورقية، وأعلى ما يمكن فى الخضر الجذرية.

الألياف

تكون الألياف (جدول ٢-٢) أعلى ما يمكن (٤٪-٧٪) فى بذور البقوليات الجافة، تليها البقوليات التى تُستهلك خضراء (٢٪- ٣.٩٪)؛ أما باقى الخضروات، فيمكن تقسيمها حسب محتواها من الألياف كما يلى:

١- خضروات مرتفعة نسبيًا فى الألياف (١٪-١.٩٪)، وترتب تنازليًا كالآتى: البروكولى – الثوم – البقدونس – الفلفل الأخضر – الكرات – الفراولة – البصل – كرسون الحديقة – القرع العسلى – الجزر – القنبيط – البامية- القلقاس.

٢- خضروات منخفضة – نسبيًا – فى محتواها من الألياف (٠.٣٪- ٠.٩٪)، وهى باقى الخضروات، وأقلها احتواءً على الألياف: البطيخ، والشمام، والطماطم، والبطاطس.

جدول (٢-٢)

محتوى الخضروات من البروتين والدهون والمواد الكربوهيدراتية والألياف والرماد والرطوبة

المحصول	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
الخرشوف	٨٥,٥	٩ – ٤٧ أ	٢,٩	٠,٢	١٠,٦	٢,٤	٠,٨
الطرطوفة	٧٩,٨	٧ – ٧٥ أ	٢,٣	٠,١	١٦,٧	٠,٨	١,١
الأسبرجس	٩١,٧	٢٦	٢,٥	٠,٢	٥,٠	٠,٧	٠,٦
الفول الرومى الأخضر	٧٢,٣	١٠٥	٨,٤	٠,٤	١٧,٨	٢,٢	١,١
الفاصوليا الخضراء	٩٠,١	٣٢	١,٩	٠,٢	٧,١	١,٠	٠,٧
الفاصوليا الجافة	١٠,٩	٣٤٠	٢٢,٣	١,٦	٦١,٣	٤,٣	٣,٩
فاصوليا الليما الخضراء	٦٧,٥	١٢٣	٨,٤	٠,٥	٢٢,١	١,٨	١,٥
فول الصويا الجاف	١٠,٠	٤٠٣	٤٣,١	١٧,٧	٣٣,٥	٤,٩	٤,٧
البنجر	١٠,٣	٣٤٥	٢٠,٤	١,٦	٦٤,٠	٤,٣	٣,٧
البروكولى	٨٩,١	٣٢	٣,٦	٠,٣	٥,٩	١,٥	١,١
كرنب بروكسل	٨٥,٢	٤٥	٤,٩	٠,٤	٨,٣	١,٦	١,٢
الكرنب	٩٢,٤	٢٤	١,٣	٠,٢	٥,٤	٠,٨	٠,٧
القاوون	٩١,٢	٣٠	٠,٧	٠,١	٧,٥	٠,٣	٠,٥
الجزر	٨٨,٢	٤٢	١,١	٠,٢	٩,٧	١,١	٠,٨
القنبيط	٩١,٠	٢٧	٢,٧	٠,٢	٥,٢	١,٠	٠,٩
الكرفس	٩٤,١	١٧	٠,٩	٠,١	٣,٩	٠,٦	١,٠
السلق	٩١,١	٢٥	٢,٤	٠,٣	٤,٦	٠,٨	١,٦
الخرنكش	٨٥,٤	٥٣	١,٩	٠,٧	١١,٢	٢,٨	٠,٨
الشيكوريا	٩٥,١	١٥	١,٠	٠,١	٣,٢	–	٠,٦
الكرنب الصينى	٩٥,٠	١٤	١,٢	٠,١	٣,٠	٠,٦	٠,٧
الكولارد	٨٥,٣	٤٥	٤,٨	٠,٨	٧,٥	١,٢	١,٦
الذرة السكرية	٧٢,٧	٩٦	٣,٥	١,٠	٢٢,١	٠,٧	٠,٧
اللوبيا الخضراء	٨٦,٠	٤٤	٣,٣	٠,٣	٩,٥	١,٧	٠,٩
اللوبيا الجافة	١٠,٥	٣٤٣	٢٢,٨	١,٥	٦١,٧	٤,٤	٣,٥

(يتبع)

تابع جدول (٢-٢)

المحصول	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
حب الرشاد	٨٩.٤	٣٢	٢.٦	٠.٧	٥.٥	١.١	١.٨
الخيار	٩٥.١	١٥	٠.٩	٠.١	٣.٤	٠.٦	٠.٥
القلقاس	٧٣.٠	٩٨	١.٩	٠.٢	٢٣.٧	٠.٨	١.٢
الباذنجان	٩٢.٤	٢٥	١.٢	٠.٢	٥.٦	٠.٩	٠.٦
الخبيزة	٨٦.٣	—	٤.٨	٠.٢	٥.١	١.٥	٢.٣
الهندباء	٩٣.١	٢٠	١.٧	٠.١	٤.١	٠.٩	١.٠
الفينوكيا	٩٠.٠	٢٨	٢.٨	٠.٤	٥.١	٠.٥	١.٧
الثوم	٦١.٣	١٣٧	٦.٢	٠.٢	٣٠.٨	١.٥	١.٥
فجل الحصان	٧٤.٦	٨٧	٣.٢	٠.٣	١٩.٧	٢.٤	٢.٢
الملوخية	٨٣.٣	—	٣.٨	٠.٤	٨.٠	١.٧	٢.٨
الكيل	٨٢.٧	٥٣	٦.٠	٠.٨	٩.٠	—	١.٥
كرنب أبوركبة	٩٠.٣	٢٩	٢.٠	٠.١	٦.٦	١.٠	١.٠
الكرات	٨٥.٤	٥٢	٢.٢	٠.٣	١١.٢	١.٣	٠.٩
الخس	٩٤.٠	١٨	١.٣	٠.٣	٣.٥	٠.٧	٠.٩
عيش الغراب	٩٠.٤	٢٨	٢.٧	٠.٣	٤.٤	٠.٨	٠.٩
البامية	٨٨.٩	٣٦	٢.٤	٠.٣	٧.٦	١.٠	٠.٨
بصل الرءوس	٨٩.١	٣٨	١.٥	٠.١	٨.٧	٠.٦	٠.٦
البصل الأخضر	٨٩.٤	٣٦	١.٥	٠.٢	٨.٢	١.٢	٠.٧
البقدونس	٨٥.١	٤٤	٣.٦	٠.٦	٨.٥	١.٥	٢.٢
البسلة الخضراء	٧٨.٠	٨٤	٦.٣	٠.٤	١٤.٤	٢.٠	٠.٩
البسلة الجافة	١١.٧	٣٤٠	٢٤.١	١.٣	٦٠.٣	٤.٩	٢.٦
الفلفل الأخضر	٩٣.٤	٢٢	١.٢	٠.٢	٤.٨	١.٤	٠.٤
البطاطس	٧٩.٨	٧٦	٢.١	٠.١	١٧.١	٠.٥	٠.٩
القرع العسلى	٩١.٦	٢٦	١.٠	٠.١	٦.٥	١.١	٠.٨
الرجلة	٩٢.٥	٢١	١.٧	٠.٤	٣.٨	٠.٩	١.٦
الفجل	٩٤.٥	١٧	١.٠	٠.١	٣.٦	٠.٧	٠.٨
الروبارب	٩٤.٨	١٦	٠.٦	٠.١	٣.٧	٠.٧	٠.٨

(يتبع)

تابع جدول (٢-٢)

المحصول	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
الجرجير	٩٠,٦	—	٢,٧	٠,٢	٣,٦	٠,٩	٢,٠
السبانخ	٩٠,٧	٢٦	٣,٢	٠,٣	٤,٣	٠,٦	١,٥
الكوسة الزوكيني	٩٤,٦	١٧	١,٢	٠,١	٣,٦	٠,٦	٠,٥
البطاطا	٧٠,٦	١١٤	١,٧	٠,٤	٢٦,٣	٠,٧	١,٠
الطماطم	٩٣,٥	٢٢	١,١	٠,٢	٤,٧	٠,٥	٠,٥
اللفت	٩١,٥	٣٠	١,٠	٠,٢	٦,٦	٠,٩	٠,٧
البطيخ	٩٢,٦	٢٦	٠,٥	٠,٢	٦,٤	٠,٣	٠,٣

(أ) يرجع المدى الموضح إلى أن عدد السعرات الحرارية يزداد تدريجيًا فى المحصول؛ نظرًا لتحول الكربوهيدرات المخزنة به من أنيولين إلى سكريات أثناء التخزين.

الدهون

تعتبر جميع الخضروات فقيرة المحتوى من الدهون (جدول ٢-٢)، ويمكن تقسيمها كالتالى:

١- تعد بذور البقوليات الجافة أعلى من غيرها فى نسبة الدهون (١٪- ١,٥٪).

٢- تلى ذلك البقوليات الخضراء، والخضر الورقية، والفراولة، والبقدونس (٠,٤٪ – ٠,٩٪).

٣- باقى الخضروات تتراوح بها نسبة الدهون بين ٠,١٪ و٠,٣٪.

السعرات الحرارية

يمكن تقسيم الخضر إلى ثلاث مجموعات محددة بالنسبة لمحتواها من السعرات الحرارية (جدول ٢-٢) كما يلى:

١- خضروات غنية جدًا بالسعرات (٣٠٠ - ٣٥٠ سعرًا حراريًا/ ١٠٠جم)، وتتضمن بذور البقوليات الجافة.

٢- خضروات متوسطة فى محتواها من السعرات (٧٥ – ١٥٠ سعرًا حراريًا/١٠٠ جم)، وأكثرها الثوم (١٣٧)، تليه البقوليات الخضراء، والبطاطا، والبطاطس (حوالى ١٠٠)، وأقلها البطاطس (٧٦ سعرًا حراريًا).

٣- خضروات منخفضة فى محتواها من السعرات (أقل من ٥٠ سعرًا حراريًا/١٠٠ جم)، وتتضمن باقى الخضروات، وأكثرها الخضر الجذرية والبصلية، والفراولة، وأقلها الخس والخضر الورقية الأخرى، والخيار، والفجل، والكرفس، والكوسة (١٤- ٢٠ سعرًا حراريًا).

المواد الكربوهيدراتية

نظرًا لأن الخضروات تعد فقيرة بطبيعتها فى محتواها من المواد الدهنية، فإن معظم السعرات الحرارية التى تحتويها الخضروات تعود إلى محتواها من المواد الكربوهيدراتية، وبذلك فإن تقسيم الخضروات حسب محتواها من المواد الكربوهيدراتية (جدول ٢-٢) يتشابه مع تقسيمها حسب محتواها من السعرات الحرارية كالتالى:

١- الخضر الغنية بالسعرات الحرارية تحتوى على نحو ٣٠٪ - ٦٠٪ مواد كربوهيدراتية.

٢- الخضر المتوسطة فى محتواها من السعرات الحرارية بها نحو ١٠٪ - ٣٠٪ مواد كربوهيدراتية.

٣- الخضر الفقيرة فى السعرات الحرارية تحتوى على أقل من ١٠٪ مواد كربوهيدراتية.

البروتين

ترتفع نسبة البروتينات فى بذور البقوليات الجافة (٢٢٪ - ٢٥٪)، وتقل عن ذلك فى البسلة واللوبيا، والفول الرومى الأخضر (٦٪ - ٩٪)، وتصل إلى حوالى ٦٪ فى الثوم، ونحو ٣,٥٪ فى البروكولى، والبقدونس، والسبانخ، وتقل عن ٣٪ فيما تبقى من خضروات، وأقلها البطيخ (٠,٥٪ بروتينًا). ويلاحظ أن نسبة البروتين فى الفاصوليا الخضراء تتساوى مع نسبتها فى كل من البطاطس، والبطاطا، والقلقاس (١,٧٪ — ٢٪) (جدول ٢-٢).

وإذا استهلكت بعض الخضروات بكميات كبيرة نسبيًا، فإنها يمكن أن تمد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من البروتين، ومن ذلك: البطاطس، والبطاطا، واليام؛ وذلك إذا استخدمها الإنسان كمصدر أساسى للطاقة؛ حيث تمده أيضًا بجزء كبير من حاجته من البروتين. أما البقوليات، فإنها تعد من مصادر البروتين الهامة، ويحاول مربو النبات إنتاج أصناف جديدة منها أغنى فى محتواها البروتينى من الأصناف التقليدية (Bliss ١٩٩٠).

وإذا استهلكت البقوليات بالقدر الذى يكفى لمد الإنسان بكل حاجته من البروتين، فإنها تمده أيضًا بنسبة عالية من احتياجاته من عناصر الفوسفور، والحديد، والكالسيوم، والمغنسيوم، وفيتامينات: الثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، وكذلك السعرات الحرارية، وأيضًا فيتاميني أ،ج بالنسبة للبقوليات الخضراء. ويتضح ذلك من جدول (٢- ٣).

جدول (٢-٣)

مدى كفاية البقوليات المختلفة فى مد الإنسان بحاجته من السعرات الحرارية والفيتامينات والمعادن إذا ما استخدمت بكميات تكفى لمدة بكل احتياجاته اليومية من البروتين.

الخضر	الكمية اللازمة لمد الإنسان بكل احتياجاته اليومية من البروتين بالجرام	النسبة المئوية التى يحصل عليها الإنسان من العناصر الأخرى عند استهلاكه لهذه الكمية									
		P	Fe	Ca	Mg	فيتامين أ	فيتامين ج	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	سعرات حرارية
لوبيا خضراء	٧٤٠	١١٠	١٠٥	٢٠	١١٥	٥٠	٢٥٠	١٨٥	٥٥	٧٠	٣٠
لوبيا جافة	١١٧٠	١١٥	١٠٠	٢٠	٢٧٠	٢	صفر	١٥٥	٣٠	٣٠	٣٥
فول صويا اخضر	٦١٠	١١٥	١٠٠	٣٧	–	٨٠	٢٠٨	١٦٠	٥٣	٤٩	٢٩
فاصوليا ليما خضراء	٧٩٠	٩٥	١٣٠	٣٧	١٠٨	٤٤	٢٥٠	١٢٠	٥٣	٦٩	٣٥
فاصوليا ليما جافة	٧٣٠	١١٢	١٥٠	٢١	١٤٥	صفر	صفر	٧٩	٢٩	٣٤	٤٠
فاصوليا mung جافة	٧١٠	٨٥	١٢٥	٢٩	–	٤	صفر	٧٨	٣٥	٤٣	٣٣
عدس	٧٧٠	٩٢	١٠٨	١٩	٦٢	٣	صفر	٤٥	٣١	٣١	٣٣
بسلة خضراء	١١١٠	١١٠	١٣٣	٢٥	٩٥	١٢٠	٤٤٥	٢٦٠	٨٢	١٧٠	٣١
بسلة جافة	٧١٠	٨٥	٨٥	١٦	١٢٨	٦	صفر	١٥٣	٤٨	٥٠	٣٤
فول رومى اخضر	٧٢٠	١١٣	١٠٥	٢٠	–	٣٢	٤٣٠	١٦٨	٨٢	٧٧	٣٠
فول رومى جاف	٧١٠	٩٧	١٢٠	٢٥	–	٣	صفر	١٠٤	٥٠	٤١	٣٤
فاصوليا جافة	٧٧٠	١١٤	١٣٨	٣٨	١٣١	صفر	صفر	١٥٧	٣٦	٣٦	٣٦

كما يبين جدول (٢-٤) مدى كفاءة الخضروات فى مد الإنسان بحاجته من البروتين إذا استهلكها بكمياتٍ تكفى لِمَدِّهِ بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائى آخر (Kelley ١٩٧٢).

جدول (٢-٤)

مدى كفاية الخضر المختلفة فى مد الإنسان بحاجته من البروتين إذا استخدمت بكميات تكفى لمده بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائى آخر.

الخضر	كمية الخضر المطبوخة بالجرام اللازمة لمد الإنسان بحاجته اليومية الكاملة من العنصر الغذائى المبين		نسبة ما تعطيه هذه الكمية من الاحتياجات اليومية من البروتين
الأسبرجس	٥٦٠	فيتامين أ	١٨
الأسبرجس	١٩٠	فيتامين ج	٧
البروكولى	٢٠٠	فيتامين أ	٩
البروكولى	٥٥	فيتامين ج	٢.٩
كرنب بروكسل	٦٠	فيتامين ج	٤
الكيل	٥٢٠	الكالسيوم	٣٤
الكيل	٦٠	فيتامين أ	٣.٨
الكولارد	٥٣٠	الكالسيوم	٢٧
الكولارد	٦٠	فيتامين أ	٣.٤
البسلة (قرون كاملة)	٣٦٠	فيتامين ج	١٧
الجزر (طازج)	٤٥	فيتامين أ	١.٥
الفاصوليا الخضراء	٩٣٠	فيتامين أ	٢٥
البامية	٢٥٠	فيتامين ج	٨.٥
القنبيط	٩٠	فيتامين ج	٣.٥
الطماطم (طازجة)	٢٢٠	فيتامين ج	٤.٠
البطاطس	٣١٠	فيتامين ج	١١
البطاطس	٣٢٩٠	السعرات الحرارية	١١٥
البطاطا	٦٥	فيتامين أ	١.٨
البطاطا	٢١٩٠	السعرات الحرارية	٧١
البطاطا	٢٩٥	فيتامين ج	٨.٥
اليام	٢٤٨٥	السعرات الحرارية	٨٧

وكما أسلفنا .. فإن الصورة الكاملة لأهمية مختلف محاصيل الخضر كمصدر للبروتين لا تكتمل إلا بعد التعرف على محتواها من مختلف الأحماض الأمينية، وخاصة الضرورية منها، وهو ما نوضحه في جدول (٢- ٥) (عن Luh & Woodrof ١٩٨٨، وYamaguchi ١٩٨٣).

هذا.. وتحتوى بذور معظم البقول الجافة على نسبة عالية من الحامض الأمينى الضرورى التربتوفان، كما يتضح مما يلى (عن Murray ١٩٩١):

البقول الجافة	محتوى التربتوفان من البروتين الكلى (٪ وزن/ وزن)
الفول	١,٠٠
اللوبيا	١,١٠
الفاصوليا العادية	١,١٠ – ١,٨
البسلة	١,٢٦ – ١,٦٢
Vigna mungo	١,٣٣
Cajans Cajan	١,٥٦
Vigna radiata	١,٩٩

العناصر Minerals

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التى تمد الإنسان بحاجته اليومية من العناصر المختلفة. ويوضح جدول (٢-٦) محتوى الخضروات من عناصر: الكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والصوديوم، والبوتاسيوم (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

جدول (٢- ٥)

محتوى محاصيل الخضر من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية[أ]

المحصول	الرطوبة (جم/ ١٠٠ جم)	البروتين (جم/ ١٠٠ جم)	الحامض الأمينى الضرورى (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)								الحامض الأمينى المُحَدِّد[ب]	القيمة الكيميائية (٪)[ج]
			Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
البطاطس	٧٨	٢,٠	٧٦	١٢١	٩٦	٣٨	١٣٥	٧٥	٢٣	٩٣	SC	٣٤
											Ile	٥٧
البطاطا	٧٠	١,٣	٤٨	٧١	٤٥	٣٦	٨١	٥٠	٢٢	٥٩	SC	٥١
											Lys	٥٣
الكاسافا (الجذور)	١٣,١	١,٦	٤٦	٦٤	٦٧	٤٥	٦٧	٤٣	١٩	٥٤	AR	٤١
											Ile	٤٢
الكاسافا (الأوراق)	٧١,٧	٧,٠	٣٣٩	٩٠٠	٤٣٧	١٩٥	٦٦١	٣٢٧	١٠٢	٤٠١	SC	٥٠
											Ile	٧٣
اليام	٧٢,٤	٢,٤	٨٩	١٥٤	٩٧	٦٥	١٩٠	٨٦	٣٠	١١٠	SC	٥٠
											Ile	٥٦
القلقاس	٧٢,٥	١,٨	٦٤	١٣٣	٧٠	٧٢	١٥٨	٧٤	٢٦	١١١	Ile	٥٣
											Ly	٦٠
البصل	٨٩	١,٤	٢٠	٣٧	٦٣	١٦[د]	٣٨[هـ]	٢٠	٢٠	٢٠	-	–

(يتبع)

تابع جدول (٢-٥)

المحصول	الرطوبة (جم/ ١٠٠ جم)	البروتين (جم/ ١٠٠ جم)	الحامض الأمينى الضرورى (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)								الحامض الأمينى المُحَدِّد[ب]	القيمة الكيميائية (٪)[ج]
			Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
الهندباء	٩٣	١,٨	٧٢	١٢٣	٧٨	٣٤	١٣٢	٧١	٣٠	٨١	SC	٣٤
											Ile	٦٠
الخس	٩٥	١,٣	٥٠	٨٣	٥٠	[د]٢٤	١٠٢	٥٤	١٠	٧١	-	–
كرنب بروكسل	٨٥	٤,٧	٢٣٠	٢٥٧	٢٥٢	٧١	[هـ]١٧٢	١٩٩	٥٨	٢٢٨	-	–
الكرنب	٩٢	١,٦	٥٠	٨٦	٥٠	٣٥	٧٩	٦١	١٧	٦٨	SC	٣٩
القنبيط	٩٢	٢,٨	١٣٦	١٩٦	١٦٠	[د]٤٤	[هـ]١٠١	١١٩	٣٩	١٥٦	-	–
الفجل (جذور)	٩٤	١,١	٥٤	٧٥	٤٨	[د]١٠	[هـ]٤٨	٤٢	٤	٧١	-	–
اللفت (الجذور)	٩١	٠,٩	٢٢	٣٦	١٧	١١	٣١	٢٥	١١	٢٢	SC	٢٣
											Lys	٣١
اللفت (الأوراق)	٨٩	٣,١	١٠٦	٢١٠	١٥٧	٥٧	٢٢٨	١٢٧	٤٢	١٣٦	SC	٣٣
											Ile	٥١
الجزر	٨٧	١,١	٣٣	٥٠	٤٤	٢٦	٥٦	٣٢	٨	٥٠	SC	٤٠
											Trp	٤٤
الكرفس	٩٣	١,١	٤٤	٧٦	٢٧	[د]٢٥	[هـ]٥١	٣٨	١٤	٥٤	-	–

(يتبع)

تابع جدول (٢-٥)

المحصول	الرطوبة (جم/ ١٠٠ جم)	البروتين (جم/ ١٠٠ جم)	الحامض الأميني الضروري (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)								الحامض الأميني المُحَدِّد[٧]	القيمة الكيميائية (٪)[٤]
			Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
البقدونس	٨٥	٣,٧	–	–	٥٣١	١٨[٣]	–	–	٧٤	–	–	–
الفاصوليا الجافة	١١	٢٢,١	٩٢٧	١٦٨٥	١٥٩٣	٤٢٢	١٧١٣	٨٧٣	٢٢٣	١٠١٦	SC	٣٤
											Trp, Val	٦٣
الفول الرومى	١١	٢٣,٤	٩٣٦	١٦٥٩	١٥١٣	٣٥٩	١٧٦٠	٧٨٦	٢٠٢	١٠٣٠	SC	٢٨
(البذور الجافة)											Trp	٥٤
اللوبيا الجافة	١١	٢٣,٤	٨٩٥	١٦٤٧	١٥٩٩	٥٢٨	١٨٢٠	٨٤٢	٢٥٤	١٠٦٠	SC	٤١
											Ile	٥٨
فاصوليا الليما	١١	١٩,٧	٩٧٧	١٦٠٤	١٤٦٦	٤٤٤	١٨٣١	٨٢٣	١٩٩	١٠١٥	SC	٤١
(البذور الجافة)											Trp	٦٣
فاصوليا المنج	١١	٢٣,٩	٨٩١	١٦٨٦	١٩٢٧	٢٩٤	١٧٦٧	٧٩٩	١٩١	٩٩٠	SC	٢٢
(البذور الجافة)											Trp	٥٠
البسلة الجافة	١١	٢٢,٥	٩٦١	١٥٣٠	١٦٩٢	٤٥٧	١٦٤٩	٩١٤	٢٠٢	١٠٥٨	SC	٣٧
											Trp	٥٦

(يتبع)

تابع جدول (٢-٥)

المحصول	الرطوبة (جم/ ١٠٠ جم)	البروتين (جم/ ١٠٠ جم)	الحامض الأميني الضروري (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)								الحامض الأميني المحدد[ب]	القيمة الكيميائية (٪)[ج]
			Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
بسلة بيجون	١١	٢٠,٩	٦٤٨	١٣١٦	١٦٠٧	٣١١	٢١٤٨	٦٠٨	١١٧	٧٥١	SC	٢٧
											Trp	٣٥
فول الصويا	٨	٣٨,٠	١٨٨٩	٣٢٣٢	٢٦٥٣	١٠٧٧	٣٣٥٨	١٦٠٣	٥٣٢	١٩٩٥	SC	٤٧
(البذور الجافة)											Val	٦٦
الباذنجان	٩٣	١,٢	٥٢	٧٢	٦٣	١٩	٩٥	٤٤	١٢	٦١	SC	٣٠
											Trp	٦٤
الفلفل	٧٤	٤,١	–	–	٢٥٢	٤٠[د]	–	–	–	–	-	–
الطماطم	٩٤	١,١	٢٠	٣٠	٣٢	١٤	٣٤	٢٥	٩	٢٤	SC	٢١
											Ile	٢٧
الخيار	٩٥	٠,٨	٢٥	٣٤	٣٥	٨[د]	١٩[هـ]	٢١	٦	٢٨	-	–
القرع العسلى (الثمار)	٩٣	١,٠	٣٧	٥٢	٤٣	٩[د]	٣٣[هـ]	٢٧	١١	٤٨	-	–
القرع العسلى	٨٩	٤,٠	٢١٨	٤٠٠	٢٥٤	١١٨	٤٤٦	٢٠٤	٥٢	٢٥٠	SC	٥٣
(الأوراق)											Trp	٨١
الأسبرجس	٩٣	٢,١	٥٥	٩٦	٩٦	٤٧	٩٩	٦٠	٢٥	٧٩	Ile	٣٩
											SC	٤٠

(يتبع)

تابع جدول (٢-٥)

المحصول	الرطوبة (جم/ ١٠٠ جم)	البروتين (جم/ ١٠٠ جم)	الحامض الأمينى الضرورى (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)								الحامض الأمينى المُحَدِّد(ب)	القيمة الكيمياتية (٪)(ج)
			Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
البنجر	٨٨	١,٨	٤٤	٨٠	٩٦	٥٤	١٢٨	٦٠	١٧	٤٤	Val	٣٣
											Ile	٣٦
الرجلة	٨٤	٥,٠	١٨٧	٢١٥	١١٨	٩٤	١٩٤	١٦٨	٨٦	٣٢٣	-	-
عيش الغراب	٩٢	٣,٧	٨٣	١٣٦	١٦٥	٣٦	١٤٨	١٠٠	٣٨	٣٤	SC	١٨
											Ile	٣٤
البامية	٨٧	٢,١	٥٥	٨١	٧٠	٤٩	٧٩	٤٩	١٢	٦٦	Ile, Trp	٣٦
											AR	٣٧
السبانخ	٩٢	٢,٢	١٠٦	٢٠٨	١٥٩	٨٢	٢٤٤	١١٦	٣٤	١٣٣	SC	٦٨

(أ) الأسماء الكاملة للأحماض الأمينية كما يلي:

Ile = isoleucine, Leu = Leucine, Lys = lysine, Met + Cys = methionine + cystine, Phe + Tyr=phenylalanine + tyrosine, Thr = threonine, Trp = tryptophan, Val = valine.

(ب) SC = الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت، و AR = الأحماض الأمينية الأروماتية.

(ج) القيمة الكيميائة هى المحتوى النسبى للحامض الأمينى الضرورى المُحدد فى البروتين معبرًا عنه كنسبة مئوية من محتوى نفس الحامض الأمينى فى بروتين البيض.

(د) مثيونين فقط.

(هـ) فينيل آلانين فقط.

جدول (٢-٦)

محتوى الخضروات من عناصر الكالسيوم والفوسفور والحديد والصوديوم والبوتاسيوم

(ملليجرام/ ١٠٠ جرام)

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
الخرشوف	٥١	٨٨	١,٣	٤٣	٤٣٠
الطرطوفة	١٤	٧٨	٣,٤	–	–
الأسبرجس	٠,٦	٦٣	١,٠	٢	٢٧٨
الفول الرومى الأخضر	٢,١	١٥٧	٢,٢	٤	٤٧١
الفاصوليا الخضراء	٠,٧	٤٤	٠,٨	٧	١٣٢
الفاصوليا الجافة	٣,٩	٤٢٥	٧,٨	١٩	١١٩٦
فاصوليا الليما الخضراء	١,٥	١٤٢	٢,٨	٢	٦٥٠
فول الصويا الجاف	٢٢٦	٥٥٤	٨,٤	٥	١٦٧٧
البنجر	٣,٧	٣٨٥	٧,٩	٤	١٥٢٩
البروكولى	١,١	٧٨	١,١	١٥	٣٨٢
كرنب بروكسل	١,٢	٨٠	١,٥	١٤	٣٩٠
الكرنب	٠,٧	٢٩	٠,٤	٢٠	٢٣٣
القاوون	٠,٥	١٦	٠,٤	١٢	٢٥١
الجزر	٠,٨	٣٦	٠,٧	٤٧	٣٤١
القنبيط	٠,٩	٥٦	١,١	١٣	٢٩٥
الكرفس	١,٠	٢٨	٠,٣	١٢٦	٣٤١
السلق	١,٦	٣٩	٣,٢	١٤٧	٥٥٠
الخرنكش (الحلويات)	٠,٨	٤٠	١,٠	–	–
الشيكوريا	٠,٦	٢١	٠,٥	٧	١٨٢
الكرنب الصينى	٠,٧	٤٠	١,٦	٢٣	٢٥٣
الكولارد	١,٦	٨٢	١,٥	–	٤٥٠
الذرة السكرية	٠,٧	١١١	٠,٧	آثار	٢٨٠

(يتبع)

تابع جدول (٢-٦)

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
اللوبيا الخضراء	٠.٩	٦٥	١.٠	٤	٢١٥
اللوبيا الجافة	٣.٥	٤٢٦	٥.٨	٣٥	١٠٢٤
حب الرشاد	١.٨	٧٦	١.٣	١٤	٦٠٦
الخيار	٠.٥	٢٧	١.١	٦	١٦٠
القلقاس	١.٢	٦١	١.٠	٧	٥١٢
الباذنجان	١٢	٢٦	٠.٧	٢	٢١٤
الخبيزة	٣٢٤	٦٧	–	–	–
الهندباء	٨١	٥٤	١.٧	١٤	٢٩٤
الفينوكيا	١٠٠	٥١	٢.٧	–	٣٩٧
الثوم	٢٩	٢٠٢	١.٥	١٩	٥٢٩
فجل الحصان	١٤٠	٦٤	١.٤	٨	٥٦٤
الملوخية	٢٨١	٦٠	–	–	–
الكيل	٢٤٩	٩٣	٢.٧	٧٥	٣٧٨
كرنب أبو ركبة	٤١	٥١	٠.٥	٨	٣٧٢
الكرات	٥٢	٥٠	١.١	٥	٣٤٧
الخس	٦٨	٢٥	١.٤	٩	٢٦٤
عيش الغراب	٦	١١٦	٠.٨	١٥	٤١٤
البامية	٩٢	٥١	٠.٦	٣	٢٤٩
بصل الرؤوس	٢٧	٣٦	٠.٥	١٠	١٥٧
البصل الأخضر	٥١	٣٩	١.٠	٥	٢٣١
البقدونس	٢٠٣	٦٣	٦.٢	٤٥	٧٢٧
البسلة الخضراء	٢٦	١١٦	١.٩	٢	٣١٦
البسلة الجافة	٦٤	٣٤٠	٥.١	٣٥	١٠٠٥
الفلفل الأخضر	٩	٢٢	٠.٧	١٣	٢١٣

(يتبع)

تابع جدول (٢-٦)

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
البطاطس	٧	٥٣	٠,٦	٣	٤٠٧
القرع العسلى	٢١	٤٤	٠,٨	١	٣٤٠
الرجلة	١٠٣	٣٩	٣,٥	–	–
الفجل	٣٠	٣١	١,٠	١٨	٣٢٢
الروبارب	٩٦	١٨	٠,٨	٢	٢٥١
الجرجير	٣٥٢	٤٦	–	–	–
السبانخ	٩٣	٥١	٣,١	٧١	٤٧٠
الكوسة الزوكينى	٢٨	٢٩	٠,٤	١	٢٠٢
البطاطا	٣٢	٤٧	٠,٧	١٠	٢٤٣
الطماطم	١٣	٢٧	٠,٥	٣	٢٤٤
اللفت	٣٩	٣٠	٠,٥	٤٩	٢٦٨
البطيخ	٧	١٠	٠,٥	١	١٠٠

الكالسيوم

توجد أعلى نسبة من الكالسيوم فى البقدونس (٢٠٣ ملليجرام/ ١٠٠ جم)، تليه الفاصوليا، والفول الرومى الجاف، والبروكولى (١٠٠- ١٥٠ ملليجرام – ١٠٠ جم)، ثم مجموعة متوسطة فى محتواها من الكالسيوم (٥٠- ٩٠ ملليجرام/١٠٠ جم)، وتترتب تنازليًا كالتالى: السبانخ – البامية – السلق- الكرسون- اللوبيا الجافة – اللوبيا الخضراء – البسلة الجافة – الفاصوليا الخضراء – الكرات – البصل الكرنب. وأخيرًا تأتى مجموعة فقيرة فى محتواها من الكالسيوم، حيث تتراوح نسبته بها من ٧ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام فى البطيخ والبطاطس إلى نحو ٤٠ ملليجرام/١٠٠ جرام فى الكرفس، واللفت، والجزر.

الفوسفور

يوجد أعلى محتوى من الفوسفور (٣٥٠ – ٤٢٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام) فى بذور البقوليات الجافة، وترتب تنازليا كالآتى: اللوبيا – الفاصوليا – الفول الرومى – البسلة. يلى

ذلك الثوم، وبه نحو ٢٠٠ ملليجرام فوسفور/ ١٠٠ جرام، ثم تأتى البقوليات الخضراء – عدا الفاصوليا – حيث يتراوح محتواها من الفوسفور بين ١٠٠ و١٧٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تعقب ذلك مجموعة من الخضروات تتراوح بها نسبة الفوسفور بين ٥٠ و٧٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالى: البروكولى – الكرسون – البقدونس – القلقاس – القنبيط – البطاطس – البامية – السبانخ – الكرات – البطاطا. وأخيرًا.. فإن باقى الخضروات تعد فقيرة فى محتواها من الفوسفور، ويتراوح محتواها بين ١٠ و٥٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وأقلها احتواءً على الفوسفور: البطيخ – الشمام- الفراولة – الفلفل – الخس.

الحديد

أكثر الخضروات احتواء على الحديد هى: بذور البقوليات الجافة والبقدونس، والتى يتراوح محتواها من الحديد بين ٥ و٨ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام. تلى ذلك مجموعة يتراوح محتواها من الحديد بين ٢ و٣ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالى: السلق – السبانخ – اللوبيا الخضراء – الفول الرومى الأخضر - الخس – البسلة الخضراء. تعقب ذلك مجموعة تشمل الثوم والكرسون، ويبلغ محتواها من الحديد ١.٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. أما باقى الخضراوات، فلا يزيد محتواها من الحديد على ملليجرام واحد/ ١٠٠ جرام، ويصل المحتوى إلى أدناه فى الكرفس والكوسة والشمام والكرنب، حيث يبلغ ٠.٣ – ٠.٤ ملليجرام/ ١٠٠ جرام.

الصوديوم

يوجد أعلى محتوى من الصوديوم فى السلق (نحو ١٥٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام) والكرفس (نحو ١٢٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام). تلى ذلك مجموعة من الخضر يتراوح محتواها من الصوديوم بين ٥٠ و٧٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالى: السبانخ – البنجر – اللفت – الجزر. أما باقى الخضروات، فتعد فقيرة نسبيًا فى محتواها من الصوديوم؛ حيث يتراوح محتواها بين ملليجرام واحد وملليجرامين/ ١٠٠ جرام، كما فى البطيخ، والفراولة، والكوسة، والقرع العسلى، والبسلة الخضراء، والباذنجان، واللوبيا الخضراء، ويرتفع إلى ٣٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، كما فى البقوليات الجافة والكرنب.

البوتاسيوم

يُعد البوتاسيوم أكثر العناصر المعدنية تواجدًا فى الخضر؛ حيث يتواجد بما يزيد عن ٢٠٠ مجم٪ فى معظم الخضر. وبعد البقول الجافة .. يوجد أعلى مستوى من البوتاسيوم فى الخضر الورقية، ويبلغ أقصى محتوى له فى البقدونس حيث يصل إلى حوالى ١٢٠٠ مجم٪، ولكن يوجد حوالى ٢٠ محصولاً من الخضر يتراوح فيها محتوى البوتاسيوم بين ٤٠٠، و ٦٠٠ مجم٪. ويعد البوتاسيوم ضروريًا لمعادلة تأثيرات الصوديوم فى الغذاء (عن Wills وآخرين ١٩٩٨).

يوجد أعلى محتوى من البوتاسيوم فى البقوليات الجافة؛ حيث يتراوح بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. يلى ذلك البقدونس كما أسلفنا، ثم مجموعة تشمل: الكرسون، والسلق، والسبانخ، والفول الرومى، والقلقاس، والتى يتراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٥٠٠ و ٧٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تأتى بعد ذلك مجموعة يتراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٣٠٠ و ٤٠٠ ملليجرام/١٠٠ جرام، وترتب تنازليًا كالتالى: البطاطس- البروكولى- الكرات- الجزر- الكرفس- القرع العسلى- البنجر- الفجل- البسلة الخضراء- القنبيط. أما باقى الخضروات فتعد فقيرة فى محتواها من البوتاسيوم؛ حيث يتراوح محتواها بين ١٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، كما فى البطيخ و ٢٧٠ ملليجرام/١٠٠ جرام، كما فى اللفت والخس.

الفيتامينات

تتباين محاصيل الخضر فى محتواها من كل من فيتامين C ، و A (البيتاكاروتين)، وحامض الفوليك، كما يتضح من الأمثلة التالية (عن Wills وآخرين ١٩٩٨، و Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

المحصول	فيتامين C (مجم/١٠٠جم)	المحصول	فيتامين A (بيتاكاروتين) (مجم/١٠٠جم)	المحصول	حامض الفوليك (ميكروجرام/١٠٠ جم)	المحصول	النياسين (مجم/١٠٠جم)
الفلفل	١٥٠	الجزر	١٠.٠	السبانخ	٨٠	البسلة	٢.٩
البروكولي وكرنب بروكسل	١٠٠	البطاطا الصفراء	٦.٨	كرنب بروكسل والبقول	٣٠	البطاطس	١.٢
الفراولة	٤٠	البقدونس	٤.٤	البروكولي	٥٠	الباذنجان	٠.٩
الكرنب والخس	٣٥	السبانخ	٢.٣	الكرنب والخس	٢٠	القنبيط والطماطم	٠.٧
الجزر	٣٠	الفلفل الأحمر	١.٨			الفلفل والفاصوليا	٠.٥
البطاطس والطماطم	٢٠	الطماطم	٠.٣			الخيار والبطيخ	٠.٢
البصل والبنجر	٥	البطاطس البيضاء	صفر				

فيتامين أ

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التى تمد الإنسان باحتياجاته اليومية من الفيتامينات، وخاصة فيتامينات: أ، ب١(الثيامين)، وب٢ (الريبوفلافين)، والنياسين، وج (حامض الاسكوربيك). ويوضح جدول (٢-٧) محتوى الخضر من هذه الفيتامينات (عن Watt & Merrill ١٩٦٣، واستينو وآخرين ١٩٦٣ بالنسبة للخضر المحلية، كالملوخية والجرجير والخبيزة).

جدول (٢-٧)

محتوى الخضر من الفيتامينات (لكل ١٠٠ جرام)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
الخرشوف	١٦٠	٠,٠٨	٠,٠٥	١,٠	١٢
الطرطوفة	٢٠	٠,٢٠	٠,٠٦	١,٣	٤
الأسبرجس	٩٠٠	٠,١٨	٠,٢٠	١,٥	٣٣
الفول الرومى الأخضر	٢٢٠	٠,٢٨	٠,١٧	١,٦	٣٠
الفاصوليا الخضراء	٦٠٠	٠,٠٨	٠,١١	٠,٥	١٩
الفاصوليا الجافة	–	٠,٦٥	٠,٢٢	٢,٤	–
فاصوليا الليما الخضراء	٢٩٠	٠,٢٤	٠,١٢	١,٤	٢٩
فول الصويا الجاف	٨٠	١,١٠	٠,٣١	٢,٢	–
البنجر	آثار	٠,٤٨	٠,١٧	١,٩	–
البروكولى	٢٥٠٠	٠,١٠	٠,٢٣	٠,٩	١١٣
كرنب بروكسل	٥٥٠	٠,١٠	٠,١٦	٠,٩	١٠٢
الكرنب	١٣٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٣	٤٧
القاوون	٣٤٠٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٦	٣٣
الجزر	١١٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٦	٨
القنبيط	٦٠	٠,١١	٠,١٠	٠,٧	٧٨
الكرفس	٢٤٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٩
السلق	٦٥٠٠	٠,٠٦	٠,١٧	٠,٥	٣٢
الحرنكش (الحلويات)	٧٢٠	٠,١١	٠,٠٤	٢,٨	١١
الشيكوريا	١٤٨٨٠	٠,٢٢	٠,٣٧	١,٩	٨٢
الكرنب الصينى	١٥٠	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٦	٢٥
الكولارد	٩٣٠٠	٠,١٦	٠,٣١	١,٧	١٥٢
الذرة السكرية	٤٠٠	٠,١٥	٠,١٢	١,٧	١٢
اللوبيا الخضراء	١٦٠٠	٠,١٥	٠,١٤	١,٢	٣٣

(يتبع)

تابع جدول (٢-٧)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
اللوبيا الجافة	٣٠	١.٠٥	٠.٢١	٢.٢	–
حب الرشاد	٩٣٠٠	٠.٠٨	٠.٢٦	١.٠	٦٩
الخيار	٢٥٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٢	١١
القلقاس	٢٠	٠.١٣	٠.٠٤	١.١	٤
الباذنجان	١٠	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٦	٥
الخبيزة	١٥٠٠٠	–	–	–	–
الهندباء	٣٣٠٠	٠.٠٧	٠.١٤	٠.٥	١٠
الفينوكيا	٣٥٠٠	–	–	–	٣١
الثوم	آثار	٠.٢٥	٠.٠٨	٠.٥	١٥
فجل الحصان	–	٠.٠٧	–	–	٨١
الملوخية	١٢٥٥٠	–	–	–	–
الكيل	١٠٠٠٠	٠.١٦	٠.٢٦	٢.١	١٨٦
كرنب أبو ركبة	٢٠	٠.٠٦	٠.٠٤	٠.٣	٦٦
الكرات	٤٠	٠.١١	٠.٠٦	٠.٥	١٧
الخس	١٩٠٠	٠.٠٥	٠.٠٨	٠.٤	١٨
عيش الغراب	آثار	٠.١٠	٠.٤٦	٤.٢	٣
البامية	٥٢٠	٠.١٧	٠.٢١	١.٠	٣١
بصل الرؤوس	٤٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٢	١٠
البصل الأخضر	٢٠٠٠	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٤	٣٢
البقدونس	٨٥٠٠	٠.١٢	٠.٢٦	١.٢	١٧٢
البسلة الخضراء	٦٤٠	٠.٣٥	٠.١٤	٢.٩	٢٧
البسلة الجافة	١٢٠	٠.٧٤	٠.٢٩	٣.٠	–
ألفلفل الأخضر	٤٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.٥	١٢٨
البطاطس	آثار	١٠	٠.٠٤	١.٥	٢٠
القرع العسلى	١٦٠٠	٠.٠٥	٠.١١	٠.٦	٩

(يتبع)

تابع جدول (٢-٧)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
الرجلة	٢٥٠٠	٠,٠٣	٠,١٠	٠,٥	٢٥
الفجل	١٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٢٦
الروبارب	١٠٠	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٣	٩
الجرجير	٤٧٧٠	–	–	–	–
السبانخ	٨١٠٠	٠,١٠	٠,٢٠	٠,٦	٥١
الكوسة الزوكيني	٣٢٠	٠,٠٥	٠,٠٩	١,٠	١٩
البطاطا	٨٨٠٠	٠,١٠	٠,٠٦	٠,٦	٢١
الطماطم	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٧	٢٣
اللفت	آثار	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٦	٣٦
البطيخ	٥٩٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٢	٧

هذا .. ويمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين أ كما هو مبين فى جدول (٢-٨).

جدول (٢-٨)

تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين أ

القسم والمحتوى (وحدة دولية/ ١٠٠ جم)	الخضروات
خضر غنية جدًا:	
١٥٠٠٠	الخبيزة
١٢٠٠٠	الملوخية
١١٠٠٠	الجزر
٩٠٠٠	الكرسون
٨٠٠٠	البطاطا – البقدونس – السبانخ
٦٠٠٠	السلق
٣٠٠٠	القاوون
١٥٠٠–٢٥٠٠	البروكولى – البصل الأخضر – اللوبيا الخضراء– القرع العسلى– الرجلة

(يتبع)

تابع جدول (٢–٨)

القسم والمحتوى (وحدة دولية/ ١٠٠ جم)	الخضروات
خضر متوسطة:	
٩٠٠	الخس – الطماطم
٦٠٠	البسلة الخضراء – الفاصوليا الخضراء – البطيخ
٢٠٠– ٥٠٠	البامية – الفلفل – الكوسة – اللوبيا الخضراء – الخيار – الفول الرومى – القلقاس
خضر فقيرة:	
١٠٠	الكرنب – البسلة الجافة
أقل من ١٠٠	باقى الخضروات

الثيامين

أغنى الخضروات بالثيامين هى البقوليات الجافة؛ حيث تحتوى على ٠.٥ – ١.٠ ملليجرام/١٠٠ جرام، وترتب تنازليًا كالتالى: اللوبيا – البسلة – الفاصوليا – الفول الرومى.

تلى ذلك البقوليات الخضراء (عدا الفاصوليا)، والتى يتراوح محتواها من الثيامين بين ٠.٣ و٠.٤ ملليجرام/١٠٠ جرام.

تعقب ذلك مجموعة من الخضر يتراوح محتواها بين ٠.١ و٠.٢٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليًا كالتالى: الثوم – البامية – البقدونس – القنبيط – الكرات – البروكولى – البطاطس – القلقاس – البطاطا – السبانخ.

أما باقى الخضروات فتعد فقيرة فى محتواها من الثيامين (أقل من ٠.١ ملليجرام/١٠٠ جرام) (جدول ٢ - ١٨).

الريبوفلافين

يوجد أعلى محتوى من الريبوفلافين فى بذور الفول الرومى الجافة، والبسلة الجافة، والكرسون، والبقدونس؛ حيث يصل إلى ٠.٣ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تلى ذلك مجموعة من الخضر تحتوى على ٠.٢ ملليجرام ريبوفلافين/ ١٠٠ جرام، وتشمل البروكولى، والفاصوليا

الجافة، واللوبيا الجافة، والبامية، والسبانخ. تأتى بعد ذلك مجموعة يتراوح محتواها بين ٠,١ و٠,١٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وتشمل البقوليات الخضراء، والسلق والقرع العسلى، والقنبيط، والقلقاس. أما باقى الخضروات، فتعد فقيرة فى محتواها من الريبوفلافين (أقل من ٠,١ ملليجرام/ ١٠٠جرام).

النياسين

تعد البسلة الجافة والخضراء أغنى الخضر بالنياسين؛ حيث يصل محتواها إلى ٣,٠ ملليجرام/ ١٠٠جرام. تلى ذلك مجموعة يتراوح محتواها بين ١,٦ و٢,٥ ملليجرام/١٠٠ جرام، وتضم : الفول الرومى – اللوبيا الجافة والخضراء – الفاصوليا الجافة . تعقب ذلك مجموعة يتراوح فيها محتوى النياسين بين ١,٥ و٢,٥ ملليجرام/١٠٠ جرام، وترتب تنازليًا كالتالى: البطاطس – البقدونس – الكرسون – البامية – الكوسة. أما باقى الخضروات، فتعد فقيرة فى محتواها من النياسين؛ حيث يقل محتواها عن ١,٠ ملليجرام/١٠٠ جرام.

حامض الاسكوربيك

يمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين ج، كما هو مبين فى جدول (٢-٩).

جدول (٢-٩)

تقسيم الخضروات حسب محتواها من حامض الاسكوربيك (فيتامين ج)

القسم والمحتوى (وحدة دولية/ ١٠٠)	الخضروات
خضر غنية جدًا:	
١٧٠	البقدونس
١٢٥	الفلفل الأخضر
١٠٠	البروكولى
خضر غنية نسبيًا:	
٥٠ – ٨٠	القنبيط – الكرسون – الفراولة – السبانخ – الكرنب
خضر متوسطة:	
٢٠ – ٤٠	اللفت – اللوبيا الخضراء – القاوون – السلق – البصل الأخضر – البامية – الفول الرومى الأخضر – البسلة الخضراء – الفجل – – الكوسة – البطاطا – البطاطس
خضر فقيرة:	
أقل من ٢٠ حتى آثار	باقى الخضروات وأقلها البقوليات الجافة

هذا .. ويجب عدم إغفال محتوى الأجزاء النباتية ـ التى لا يزرع من أجلها المحصول ـ من العناصر الغذائية؛ فبعض هذه الأجزاء تستعمل فى الغذاء فى بعض دول العالم. وكمثال على ذلك .. يبين جدول (٢-١٠) محتوى الأوراق (الصالحة للاستعمال كغذاء) ـ فى بعض محاصيل الخضر ـ من بعض العناصر الغذائية (Rao وآخرون ١٩٩٠).

جدول (٢-١٠)

محتوى أوراق بعض محاصيل الخضر — التى لا تزرع أساسًا لأجل أوراقها — من بعض العناصر الغذائية

المحصول	الدهون (٪)	البروتين (٪)	الرماد (٪)
Hibisucs manihot	١.٧٧	٢.٢٠	١.٦١
Ipomoea aquatica	٢.٠٩	٣.٦٤	١.٥٣
Brassica juncea	١.٧٥	٤.٥٨	١.٨٢
Cucurbita maxima	١.٢٧	٢.٨٣	١.٠
Sechium edule	٢.٣٢	٢.٦٩	٢.١٦

كمية العناصر الغذائية المنتجة من وحدة المساحة من الخضر

قام Munger (١٩٦٣) بحساب كمية العناصر الغذائية التى تُنتج من فدان واحد من ٢٤ محصولاً من الخضر تحت الظروف المصرية، معتمدًا على إحصاءات إنتاجية الفدان من هذه الخضروات خلال الفترة من ١٩٥٦ إلى ١٩٦٠ ويوضح جدول (٢-١١) نتائج هذه الدراسة.

وقد حسب إنتاج الفدان من مختلف العناصر الغذائية من حاصل ضرب: متوسط محصول الفدان × نسبة الجزء المستعمل فى الغذاء من المحصول × نسبة العنصر الغذائى.

ويذكر Munger (١٩٨٢) ـ قياسًا على حسابات مماثلة أجريت فى الولايات المتحدة الأمريكية ـ أن كمية البروتين التى تنتج من الهكتار الواحد تبلغ ٤٢٩ كجم فى حالة الفاصوليا الجافة، مقارنة بنحو ٥١٧، و٥٤٧ كجم/ هكتار فى حالتى الطماطم والبطاطس على التوالى.

وإذا أخذنا الوقت اللازم لإنتاج المحصول فى الحسبان، فإن محاصيل الخضر ـ ومعظمها سريعة النمو مقارنة بالمحاصيل الحقلية ـ تغل كميات أكبر من العناصر الغذائية من وحدة المساحة من الأرض، كما يختلف ترتيبها النسبى عما سبق بيانه فى جدول (٢-١١)، كما هو موضح فى جدول (٢- ١٢).

جدول (٢-١١)

كمية العناصر الغذائية التي ينتجها فدان واحد من الخضر

الخضر	متوسط محصول الفدان	السعرات الحرارية		البروتين		الكالسيوم		الحديد		فيتامين أ		ثيامين		ريبوفلافين		نياسين		فيتامين ج		متوسط
	(طن)	العدد ×١٠٠٠	الترتيب	(كجم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(وحدة دولية)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	(جم)	الترتيب	الترتيب
القول	٠,٦٧	٢٢٩٨	٧	١٥٦,٨	٣	٦٠٣	١٧	٢٤,١	١٩	٦٧٠	٢٠	٣,٦٢	١٢	١,٩٤	١٩	١٥,٤	١٦	٢٧	٢٢	٢٠
الطماطم	٦,٠	١١٤٠	١٦	٦٦,٠	١٧	٦٦٠	١٦	٣٦,٠	١٢	٤٠٨٠٠	٤	٣,٦٠	١٣	٢,٤٠	١٣	٣٠,٠	١٠	١٣٨٠	٧	١١
البصل	٦,٦	٢٤٤٢	٦	٨٥,٨	١٠	١٩٨٠	٧	٣٣,٠	١٤	٣٣٠٠	١٤	١,٩٨	٢٠	٢,٦٤	١٢	١٣,٢	١٩	٥٢٨	١٣	١٤
البطيخ	٩,٣	١٢٠٩	١٤	٢٧,٩	٢٣	٢٧٩	٢٢	١٨,٦	٢١	٨٣٧٠	٨	١,٨٦	٢١	١,٨٦	٢٠	٩,٣	٢٢	٢٧٩	٢٠	٢٢
البطاطس	٦,٦	٤٦٢٠	٣	١١٢,٢	٨	٤٦٢	١٩	٣٩,٦	٩	–	٢٢	٥,٢٨	٧	١,٩٨	١٨	٧٩,٢	٢	٥٢٨	١٣	١٠
الشمام	٥,٠	٧٠٠	٢٣	٢٠,٠	٢٤	٥٥٠	١٨	١٠,٠	٢٢	٢٥٠٠	١٥	١,٥٠	٢٣	١,٠٠	٢٤	١٥,٠	١٧	٨٥٠	١٠	٢٣
الخيار	٤,٩	٤٩٠	٢٤	٢٩,٤	٢٢	٣٤٣	٢٠	٩,٨	٢٣	–	٢٢	٠,٩٨	٢٤	١,٤٧	٢٢	٤,٩	٢٤	٢٩٤	١٨	٢٤
الكوسة	٧,٢	٩٣٦	٢١	٥٠,٤	٢١	١٠٨٠	١٢	٣٦,٠	١٢	٥٧٦٠	١١	٣,٦٠	١٣	٢,١٦	١٦	٢٨,٨	١٢	١٢٢٤	٩	١٨
الكرنب	١٠,٥	١٧٨٥	١١	١١٥,٥	٧	٣٦٧٥	١	٣١,٥	١٥	٧٣٥٠	٩	٤,٢٠	٩	٣,١٥	٦	٢١,٠	١٤	٣٦٧٥	٢	٥
الباذنجان	٨,٥	١٧٠٠	١٢	٨٥,٠	١١	١٠٢٠	١٤	٢٥,٥	١٧	٢١٢٥	١٦	٢,٥٥	١٨	٣,٤٠	٤	٤٢,٥	٥	٣٤٠	١٧	١٣
الثوم	٤,٥	٣٧٨٠	٤	١٨٠,٠	٢	١٦٦٥	٨	٤٠,٥	٧	–	٢٢	٨,٥٥	٢	٣,١٥	٦	١٨,٠	١٥	٥٨٥	١٢	٦
البطاطا	٧,٢	٦٩٨٤	٢	٧٩,٢	١٢	٢٠١٦	٦	٥٧,٦	٢	٤٣٢٠	١٣	٥,٧٦	٤	٢,١٨	١٥	٣٦,٠	٨	١٣٦٨	٨	٣
البامية	٤,٦	١٤٢٦	١٣	٧٣,٦	١٦	٣٠٣٦	٢	٥٠,٦	٥	١٤٧٢٠	٥	٣,٦٨	١١	٢,٧٦	١٠	٤١,٤	٦	٨٢٦	١١	٧

(يتبع)

تابع جدول (٢-١١)

الخضر	متوسط محصول الفدان (طن)	السعرات الحرارية: العدد ×١٠٠٠	السعرات الحرارية: الترتيب	البروتين: (كجم)	البروتين: الترتيب	الكالسيوم: (جم)	الكالسيوم: الترتيب	الحديد: (جم)	الحديد: الترتيب	فيتامين أ: (وحدة دولية) ×١٠٠٠	فيتامين أ: الترتيب	ثيامين: (جم)	ثيامين: الترتيب	ريبوفلافين: (جم)	ريبوفلافين: الترتيب	نياسين: (جم)	نياسين: الترتيب	فيتامين ج: (جم)	فيتامين ج: الترتيب	متوسط الترتيب
الفلفل	٥,٥	١٠٤٥	١٨	٥٥,٠	٢٠	٢٧٥	٢٣	٣٨,٥	١١	١٣٢٠٠	٦	١,٦٥	٢٢	٢,٢٠	١٤	٣٨,٥	٧	٤٦٢٠	١	١٦
البسلة	٢,٧	٩٧٢	١٩	٧٨,٣	١٣	٢٩٧	٢١	٣٤,٣	١٨	٧٠٢٠	١٠	٤,٠٥	١٠	٢,١٦	١٦	٢٩,٧	١١	٢٩٧	١٨	١٧
اللفت	٧,٠	١٨٢٠	١٠	٦٣,٠	١٩	٢٢٨٠	٣	٤٢,٠	٦	٧٠٠	١٩	٣,٥٠	١٥	٢,٨٠	٩	٥٦,٠	٣	١٩٦٠	٥	٨
القنبيط	٩,٠	١١٧٠	١٥	١١٧,٠	٦	١٠٨٠	١٢	٥٤,٠	٣	٤٥٠٠	١٢	٥,٤٠	٦	٤,٥٠	٣	٢٧,٠	١٣	٣٣٣٠	٣	٤
الفاصوليا	٣,٠	٩٦٠	٢٠	٦٦,٠	١٧	١٥٦٠	٩	٢١,٠	٢٠	١١١٠٠	٧	٢,١٠	١٩	٣,٣٠	٥	١٥,٠	١٧	٤٥٠	١٥	١٩
الخس	٨,٦	٨٦٠	٢٢	٧٧,٤	١٤	١٤٦٢	١٠	٢٥,٨	١٦	١٥٤٨٠٠	٣	٢,٥٨	١٧	٥,١٦	٢	٨,٦	٢٣	١٥٤٨	٦	١٢
الجزر	٧,٤	٢٧٣٨	٥	٧٤,٠	١٥	٢٢٩٤	٤	٥١,٨	٤	٢٩٦٠٠٠	٢	٤,٤٤	٨	٢,٩٦	٨	٤,٤٤	٤	٤٤٤	١٦	٢
السبانخ	٦,٢	١٠٥٤	١٧	١١١,٦	٩	غير	٢٤	غير	٢٤	٤٧٣٠٦٠	١	٥,٥٨	٥	٩,٩٢	١	٣١,٠	٩	٢٩٧٦	٤	٩
القلقاس	٨,٩	٧٢٩٨	١	١٤٢,٤	٤	٢١٣٦	٥	٧١,٢	١	١٧٨٠	١٧	٩,٧٩	١	٢,٦٧	١١	٨٠,١	١	٢٦٧	٢١	١
الفاصوليا	٠,٦	٢٠٤٦	٨	١٣٢,٦	٥	٨٢٢	١٥	٤٠,٢	٨	١٨٠	٢١	٣,٢٤	١٦	١,٠٨	٢٣	١٢,٦	٢٠	١٨	٢٣	٢١
فول	٠,٦	٢٠١٠	٩	٢٢٨,٠	١	١٢٤٨	١١	٣٩,٠	١٠	٨٤٠	١٨	٦,١٨	٣	١,٨٠	٢١	١٢,٦	٢٠	–	٢٤	١٥

جدول (٢-١٢)

إنتاج الهكتار من السعرات الحرارية والبروتين لمختلف محاصيل الخضر — مقارنة ببعض المحاصيل الأخرى — على أساس متوسط غلة الهكتار في مصر خلال الفترة من ١٩٧٨ إلى ١٩٨٠ (عن **Munger** ١٩٨٢)[أ]

المحصول	فترة بقاء المحصول فى الأرض (يوم)	السعرات الحرارية (١٠٠٠ كيلو كالورى/هكتار/يوم)		البروتين (كجم/هكتار/يوم)	
		الإنتاج	الترتيب	الإنتاج	الترتيب
البطاطس	١٣٠	٩٧	٣	١,٦٠	١٢
الجزر	١٢٠	٨٨	٩	١,٦٦	١١
البطاطا	١٣٥	١٩٣	٢	١,٩٢	٨
قصب السكر	٣٦٥	٨٩	٨	–	–
فول الصويا	١٢٣	٨٧	١٠	٨,٧٠	٢
القمح	١٢٠	٩٣	٥	٣,١٩	٧
الكرنب	١٠٠	٥٧	١١	٣,٨١	٥
الثوم	١٥٠	٢٣٧	١	١٠,٣٠	١
البصل	١٣٠	٩٤	٤	٢,٢٧	٩
الأرز	١٥٠	٩١	٧	٣,٦١	٦
الطماطم	١١٠	٣١	١٤	١,٤١	١٣
القنبيط	١٠٠	٤٨	١٢	٤,١٦	٤
الفاصوليا الجافة	٧٥	٩٢	٦	٦,٠٨	٣
الباذنجان	١٢٠	٣٨	١٣	٢,٢٤	١٠
الخيار	٨٠	٢١	١٨	٠,٦٥	١٤
القاوون	١٠٠	٢٥	١٦	٠,٤٤	١٥
البطيخ	١٠٠	٣٠	١٥	٠,٣٨	١٦
العنب	٣٦٥	٢٢	١٧	٠,١٦	١٧

(أ) حسبت قيم إنتاج الهكتار من السعرات الحرارية أو البروتين على أساس أنها حاصل ضرب: محصول الهكتار × نسبة الجزء المستعمل فى الغذاء من المحصول × محتوى المحصول من السعرات الحرارية أو البروتين، ثم قسمة الناتج على عدد أيام فترة بقاء المحصول فى الأرض.

المحتوى الغذائى لبعض الأغذية الأخرى للمقارنة بالخضروات

تبين جداول (٢-١٣)، و(٢- ١٤)، و(٢- ١٥) المحتوى الغذائى لعدد من الأغذية للمقارنة بالخضروات. تشتمل قائمة الأغذية على الخبز، واللحوم الحمراء والبيضاء، والبيض، واللبن، والجبن، بالإضافة إلى بعض الفواكه. وتعتبر أرقام المحتوى الغذائى فى هذه الجداول متوسطات عامة للأصناف والأنواع المختلفة من هذه الأغذية، كما أن هذه القيم هى للجزء المستعمل فى الغذاء وهو فى حالة طازجة (Watt & Merrill ١٩٦٣).

جدول (٢-١٣)

محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من الدهون والكربوهيدرات الكلية والسعرات الحرارية والبروتين والألياف

الغذاء	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (سعر حرارى)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
الخبز (من الدقيق الفاخر)	٣١.٨	٢٧٦	٩.١	٠.٨	٥٦.٤	٠.٢	١.٩
الخبز (من القمح الكامل)	٣٦.٤	٢٤١	٩.١	٢.٦	٤٩.٣	١.٥	٢.٦
اللحم البقرى (متوسط عام)	٥٢.٤	٣٤٧	١٥.٨	٣١.٠	صفر	صفر	٠.٨
لحم الضأن (متوسط عام)	٦١.٠	٢٦٣	١٦.٥	٢١.٣	صفر	صفر	١.٢
الدجاج	٧٣.٧	١١٧	٢٣.٤	١.٩	صفر	صفر	١.٠
السمك	٨١.٢	٧٨	١٧.٦	٠.٣	صفر	صفر	١.٢
البيض (كاملاً)	٧٣.٧	١٦٣	١٢.٩	١١.٥	٠.٩	صفر	١.٠
الجبن (الشيدر)	٣٧.٠	٣٩٨	٢٥.٠	٣٢.٢	٢.١	صفر	٣.٧
الجبن (القريش)	٧٩.٠	٨٦	١٧.٠	٠.٣	٢.٧	صفر	١.٠
اللبن الحليب	٨٧.٢	٦٦	٣.٥	٣.٧	٤.٩	صفر	٠.٧
الكبد البقرى	٦٩.٧	١٤٠	١٩.٩	٣.٨	٥.٣	صفر	١.٣
الموز	٥٧.٧	٨٥	١.١	٠.٢	٢٢.٢	٠.٥	٠.٨
البرتقال	٨٦.٠	٤٩	١.٠	٠.٢	١٢.٢	٠.٥	٠.٦
الجوافة	٨٣.٠	٦٢	٠.٨	٠.٦	١٥.٠	٥.٦	٠.٦
الخوخ	٨٩.١	٣٨	٠.٦	٠.١	٩.٧	٠.٦	٠.٥
العنب البناتى	٨١.٤	٦٧	٠.٦	٠.٣	١٧.٣	٠.٥	٠.٤
التفاح	٨٤.٨	٥٦	٠.٢	٠.٦	١٤.١	١.٠	٠.٣

(يتبع)

تابع جدول (٢-١٣)

الغذاء	الرطوبة (٪)	السعرات الحرارية (سعر حرارى)	البروتين (٪)	الدهون (٪)	الكربوهيدرات الكلية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)
المشمش	٨٥,٣	٥١	١,٠	٠,٢	١٢,٨	٠,٦	٠,٧
البرقوق الأصفر	٨٦,٦	٤٨	٠,٥	٠,٢	١٢,٣	٠,٦	٠,٤
التين	٧٧,٥	٨٠	١,٢	٠,٣	٢٠,٣	١,٢	٠,٧
الكمثرى	٨٣,٢	٦١	٠,٧	٠,٤	١٥,٣	١,٤	٠,٤
البلح	٢٢,٥	٢٧٤	٢,٢	٠,٥	٧٢,٩	٢,٣	١,٩

جدول (٢-١٤)

محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من العناصر (ملليجرام/١٠٠ جرام)

الغذاء	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
الخبز (من الدقيق الفاخر)	١٧	٧٧	٠,٧	٥٨٥	٧٤
الخبز (من القمح الكامل)	٨٤	٢٥٤	٢,٣	٥٣٠	٢٥٦.
اللحم البقرى (متوسط عام)	٩	١٤٥	٢,٤	٦٥	٣٥٥
لحم الضأن (متوسط عام)	١٠	١٤٧	١,٢	٧٥	٢٩٥
الدجاج	١١	٢١٨	١,١	٥٠	٢٣٠
السمك	١٠	١٩٤	٠,٤	٧٠	٣٨٢
البيض (كاملاً)	٥٤	٢٠٥	٢,٣	١٢٢	١٢٩
الجبن (الشيدر)	٧٥٠	٤٧٨	١,٠	٧٠٠	٨٢
الجبن (القريش)	٩٠	١٧٥	٠,٤	٢٩٠	٧٢
اللبن الحليب	١١٧	٩٢	آثار	٥٠	١٤٠
الكبد البقرى	٨	٣٥٢	٦,٥	١٣٦	٢٨١
الموز	٨	٢٦	٠,٧	١	٣٧٠
البرتقال	٤١	٢٠	٠,٤	١	٢٠٠
الجوافة	٢٣	٤٢	٠,٩	٤	٢٨٩
الخوخ	٩	١٩	٠,٥	١	٢٠٢
العنب	١٢	٢٠	٠,٤	٣	١٧٣
التفاح	٧	١٠	٠,٣	١	١١٠
المشمش	١٧	٢٣	٠,٥	١	٢٨١
البرقوق الأصفر	١٢	١٨	٠,٥	١	١٧٠
التين	٣٥	٢٢	٠,٦	٢	١٩٤
الكمثرى	٨	١١	٠,٣	٢	١٣٠
البلح	٥٩	٦٣	٣,٠	١	٦٤٨

جدول (٢-١٥)
محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من الفيتامينات
(المحتوى فى كل ١٠٠ جرام)

الغذاء	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
الخبز (من الدقيق الفاخر)	صفر	٠.٩	٠.٠٦	٠.٨	صفر
الخبز (من القمح الكامل)	آثار	٠.٠٣٠	٠.١٠	٢.٨	آثار
اللحم البقرى (متوسط عام)	٦٠	٠.٠٧	٠.١٤	٣.٨	–
لحم الضأن (متوسط عام)	–	٠.٠١٥	٠.٢٠	٤.٨	–
الدجاج	٦٠	٠.٠٥	٠.٠٩	١٠.٧	–
السمك	صفر	٠.٠٦	٠.٠٧	٢.٢	٢
البيض (كاملاً)	١١٨٠	٠.١١	٠.٣٠	٠.١	صفر
الجبن (الشيدر)	١٣١٠	٠.٠٣	٠.٤٦	٠.١	صفر
الجبن (القريش)	١٠	٠.٠٣	٠.٢٨	٠.١	صفر
اللبن الحليب	١٥٠	٠.٠٣	٠.١٧	٠.١	١
الكبد البقرى	٤٣٩٠٠	٠.٢٥	٣.٢٦	١٣.٦	٣١
الموز	١٩٠	٠.٠٥	٠.٠٦	٠.٧	١٠
البرتقال	٢٠٠	٠.١٠	٠.٠٤	٠.٤	٥٠
الجوافة	٢٨٠	٠.٠٥	٠.٠٥	١.٢	٢٤٢
الخوخ	١٣٣٠	٠.٠٢	٠.٠٥	١.٠	٧
العنب	١٠٠	٠.٠٥	٠.٠٣	٠.٣	٤
التفاح	٩٠	٠.٠٣	٠.٠٢	٠.١	٧
المشمش	٢٧٠٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٦	١٠
البرقوق الأصفر	٢٥٠	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٥	٦
التين	٨٠	٠.٠٦	٠.٠٥	٠.٤	٢
الكمثرى	٢٠	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.١	٤
البلح	٥٠	٠.٠٩	٠.١٠	٢.٢	صفر

التيسر البيولوجى للعناصر الغذائية والعوامل المؤثرة فيها

على الرغم من أن الخضر والفاكهة قد تحتوى على كميات كبيرة من العناصر المغذية، فإن تلك العناصر قد لا تتيسر لتغذية الإنسان سوى بقدر ضئيل. ويُستخدم المصطلح: "التيسر البيولوجى" bioavailability – عادة – لوصف نسبة الجزء الذى يُستفاد منه فعليًا. ويتباين التيسر البيولوجى للعناصر كثيرًا بين مصادر الغذاء. فمثلاً.. لا يستفيد الإنسان سوى بنحو ١٪ إلى ٣٪ من الحديد الذى يتوفر فى السبانخ والبقول. وبالمقارنة .. فإن الحديد الذى يُستفاد منه من اللحوم يزيد عادة عن ١٠٪؛ نظرًا لتواجده مع الـ heme. كذلك فإن التيسر البيولوجى للكالسيوم يكون -عادة- ضعيفًا فى بعض الخضر والفاكهة مثل السبانخ (٥٪)، والفاصوليا الجافة (١٧٪)، والبروكولى (٥٣٪). كما يكون امتصاص بادئ فيتامين A ضعيفًا.

وقد تكون زيادة التيسر البيولوجى للعناصر المغذية فى الخضر والفاكهة أجدى من زيادة نسبة تلك العناصر فيها. ويتأثر التيسر البيولوجى – سلبًا أو إيجابًا – بعدد من العوامل المعقدة. فمثلاً .. من المعروف أن حامض الأوكساليك وحامض الفيتيك والتانينات تقلل التيسر البيولوجى لبعض العناصر، مثل الكالسيوم والحديد والزنك. ونجد أن إنزيمات الفيتيت phytates الطبيعية تكون فعالة فى تحليل حامض الفيتيك خلال بعض مراحل تصنيع منتجات الخضر ويفيد اتباع الطرق التى تزيد من تحطم حامض الفيتيك فى الحد من تأثيره السلبى على التيسر البيولوجى.

ومن الوسائل الأخرى التى يمكن أن تزيد من التيسر البيولوجى زيادة محتوى المواد التى تحفز التيسر البيولوجى للعناصر؛ فمثلاً .. يمكن زيادة التيسر البيولوجى للحديد بخفض مستوى حامض الأسكوربيك، أو باستخدام المواد المخلبية مثل المركب ethelyenediamine tetra acetic acid (Buescher وآخرون ١٩٩٩).

ويمكن لمن يرغب فى الاستزادة من موضوع القيمة الغذائية للخضروات الرجوع إلى المراجع التالية:

المرجع	الموضوع
Church& Church (١٩٧٥)	شامل للقيمة الغذائية لكافة الأغذية الطازجة والمعدة بمختلف الطرق
Harris & Karmas (١٩٧٥)	القيمة الغذائية لمختلف الأغذية، ومدى تأثير العوامل البيئية وعمليات التداول التالية للحصاد وعمليات التصنيع عليها
Bressani (١٩٨٣)	دور الخضروات والبقوليات المختلفة فى إمداد الإنسان بحاجته من العناصر الغذائية
Amer. Soc. Hort. Sci. (١٩٩٠)	أهمية الخضر والفاكهة لصحة الإنسان
Rubatzky & Yamaguchi (١٩٩٩)	القيمة الغذائية لجميع أنواع الخضر، متضمنًا عشرات الخضر التى تنتشر زراعتها واستهلاكها فى وسط وشرق آسيا وأمريكا الجنوبية
Gebhardt & Thomas (٢٠٠٢)	بيان تفصيلى مجدول بالقيمة الغذائية لمختلف الأغذية بما فيها الخضر ومنتجاتها.

الفصل الثالث

محتوى الخضر من العناصر الغذائية الأساسية

نتناول بالشرح فى هذا الفصل مختلف محاصيل الخضر - كل على حدة - من حيث محتواها من العناصر الغذائية الرئيسية. وتسهيلاً للقارئ على متابعة الموضوع .. فإننا نُقسم محاصيل الخضر إلى مجموعات تشتمل كل مجموعة منها على عدد من الخضر التى تشترك معًا فى خصائص معينة، مثل الخضر الثمرية، والخضر الدرنية والجذرية، والخضر الورقية، والخضر البصلية، والخضر الساقية والزهرية، والخضر البقولية، ونبت البذور، والفطريات (عيش الغراب). ويناقش كل محصول تحت مجموعته الرئيسية، حتى ولو كانت له استعمالات ضمن مجموعات أخرى. وعلى سبيل المثال .. يُناقش اللفت والفجل تحت الخضر الكرنبية على الرغم من استهلاك جذورهما إلى جانب الأوراق ، وتناقش الشيكوريا ضمن الخضر الورقية على الرغم من استهلاك جذورها إلى جانب الأوراق، وتناقش اللوبيا ضمن الخضر البقولية على الرغم من كونها خضر ثمرية وعلى الرغم من استهلاك أوراقها إلى جانب القرون والبذور... وهكذا.

الخضر الثمرية

الطماطم

تستعمل الطماطم طازجة مع المأكولات، وفى السلطات، أو فى الطهى، كما تعتبر إحدى خضر التصنيع الرئيسية حيث تُعلب الثمار كاملة بعد إزالة جلد الثمرة، أو تستخدم فى صناعة الصلصة (المعجون)، والكاتشب، والشوربة، وعديد من المنتجات الأخرى.

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الطماطم الطازجة على٩٣.٥ جم ماء، و٢٢ سعرًا حراريًا، و١.١ جم بروتين، و٤.٧ جم كربوهيدرات كلية، و١٣ مجم كالسيوم، و٢٧ مجم فوسفور، و٠.٥ مجم حديد، و٢٤٤ مجم بوتاسيوم، و٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٦ مجم ثيامين، و٠.٠٤ مجم ريبوفلافين، و٠.٧ مجم نياسين، و٢٣ مجم حامض الأسكوربيك (فيتامين ج). ويتأثر محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك بحالة الجو، فيقل المحتوى إلى ١٠ مجم فى الجو الملبد بالغيوم، ويزداد إلى ٢٦ مجم فى الجو الصحو (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن الطماطم لا تعد من المصادر البروتينية فى الغذاء، كما أن بروتين الطماطم ليس غنيًا بالأحماض الأمينية الضرورية. فمن بين ١٩ حامضًا أمينيًا توجد فى عصير الطماطم

الطازج، نجد أن حامض الجلوتاميك يشكل ٤٨.٥٪ من المحتوى الكلى لهذه الأحماض، يليه حامض الأسبارتيك (Gould ١٩٧٤)، ولا يعتبر كلاهما من الأحماض الأمينية الضرورية.

ومع أن الطماطم لا تعد من أغنى الخضروات فى فيتامينى أ، ج إلا أن استهلاكها بكميات كبيرة يجعلها مصدرًا رئيسيًا لهذين الفيتامينين. ففى دراسة مقارنة أجريت على أهم الخضروات فى الولايات المتحدة احتلت الطماطم المركز الثالث عشر من حيث محتواها من فيتامين ج، والمركز السادس عشر من حيث محتواها من فيتامين أ، إلا أنها كانت الثالثة فى الترتيب كمصدر لفيتامينى (أ، ج) نظرًا لكثرة ما يتناوله الفرد من الطماطم بالمقارنة بالخضر الأخرى. وفى نفس الدراسة احتلت الطماطم المركز الأول كمصدر لعشرة من الفيتامينات والمعادن مجتمعة (Rick ١٩٧٨).

ويعطى جدول (٣-١) مزيدًا من التفاصيل عن محتوى ثمار الطماطم من عشرة فيتامينات.

جدول (٣-١)

محتوى ثمار الطماطم الناضجة من الفيتامينات (عن Grierson & Kader ١٩٨٦)

الفيتامين	المحتوى بكل ١٠٠جم من الثمار
فيتامين أ (بيتا كاروتين β–carotene)	٩٠٠ – ١٢٧١ وحدة دولية [أ]
فيتامين ب١ (ثيامين thiamine)	٥٠ – ٦٠ ميكروجرام [ب]
فيتامين ب٢ (ريبوفلامين riboflavin)	٢٠– ٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب٣ (حامض البانثوثينيك panthothenic acid)	٥٠ – ٧٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب٦ كومبلكس complex	٨٠ – ١١٠ ميكروجرام
حامض النيكوتينك nicotinic acid (نياسين niacin)	٥٠٠ – ٧٠٠ ميكروجرام
حامض الفوليك folic acid	٦,٤– ٢٠ ميكروجرام
البيوتين biotin	١,٢– ٤,٠ ميكروجرام
فيتامين ج	١٥٠٠٠ – ٢٣٠٠٠
فيتامين إى vitamin E (ألفا توكوفيرول α-tocopherol)	٤٠ – ١٢٠٠ ميكروجرام

(أ) الوحدة الدولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام من البيتاكاروتين.

(ب) الميكروجرام = $١٠^{-٣}$ ملليجرام = $١٠^{-٦}$ جرام.

وإلى جانب ما تقدم .. نجد أن بذرة الطماطم تحتوى على زيت بنسبة ٢٤٪ يتم استخلاصه فى مصانع الحفظ، ويستخدم فى السَّلطات، وفى صناعة المسلى الصناعى والصابون (Purseglove ١٩٧٤).

الفلفل

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفلفل الحلو على المكونات التالية: ٩٣.٢ جم ماء، و٢٢ سعرًا حراريًا، و١.٢ جم بروتين، و٠.٢ جم دهون، و٤.٨ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٤ جم ألياف، و٠.٤ جم رماد، و٩ ملليجرام كالسيوم، و٢٢ ملليجرام فوسفور، و٠.٧ ملليجرام حديد، و١٣ ملليجرام صوديوم، و٢١٣ ملليجرام بوتاسيوم، و٤٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٨ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٨ ملليجرام ريبوفلافين، و٠.٥ ملليجرام نياسين، و١٢٨ ملليجرام حامض أسكوربيك (فيتامين ج) (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتبين مما تقدم .. أن الفلفل من الخضر الغنية جدًا بفيتامين ج، كما أنه يعد غنيًا نسبيًا فى كل من فيتامين أ والنياسين.

هذا .. وتتفاوت كثيرًا أصناف الفلفل فى محتواها من الكاروتينات الكلية. وبصورة عامة .. فإن أصناف النوع *C. annuum* تحتوى على تركيزات أعلى من مختلف الكاروتينات عما تحتويه ثمار الأصناف والسلالات التى تتبع الأنواع الأخرى من الجنس *Capsicum*. وقد أدت جهود التربية لأجل تحسين اللون فى أصناف البابريكا Paprika إلى تحقيق زيادة كبيرة فى محتواها من الكاروتينات الكلية، التى بلغت فى إحدى سلالات التربية (السلالة ٤١٢٦) ٢٤٠ مجم/١٠٠جم وزن طازج، كان منها ٢٠ مجم من البيتاكاروتين (Levy وآخرون ١٩٩٥).

وقد وجد لدى اختبار مجموعة متنوعة من أصناف الفلفل–تنتمى إلى طرز مختلفة (الجالابينو Jalapeno، والناقوسى bell، والقمعى الأخضر والأحمر، والسيرّانو serrano، والأصفر الشمعى) – أن محتواها من كل من الكاروتينات النشطة فى تكوين فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك ازداد بزيادة درجة اكتمال تكوين الثمار فى جميع الأصناف. وقد تراوح نشاط تكون فيتامين أ فيها بين ٢٧.٣، و٥٠١.٩ مكافئ رتينول Retinol Equivalents/١٠٠جم، بينما تراوح محتواها من حامض الأسكوربيك بين ٧٦.١، و٢٤٣.١مجم/١٠٠جم. وأدت عمليات التصنيع الحرارى للفلفل

الجالابينو إلى فقده لنحو ٢٥٪ من نشاط فيتامين أ، و٧٥٪ من محتواه من حامض الأسكوربيك (Haward وآخرون ١٩٩٤).

ونجد فى بعض الأصناف ذات الثمار الصفراء – مثل جولدن بل Golden Bell، وأوروبيل Orobelle – أن تركيز الكاروتينات التى تعد من بادئات فيتامين أ يبقى ثابتًا أو ينخفض كلما ازداد تركيز اللون فى الثمار؛ الأمر الذى قد يكون مرده إلى تحول الكاروتينات التى تعد من بادئات فيتامين أ إلى صور أخرى كاروتينية ليست من بادئات فيتامين أ.

ويمد الفلفل الإنسان باحتياجاته اليومية من الكاروتينات التى تعد من بادئات فيتامين أ بنسبة تختلف باختلاف لون الثمرة، كما يلى (Simonne وآخرون ١٩٩٧).

اللون	ما يفى به ١٠٠ جم من الاحتياجات اليومية (٪)
الأبيض، والقرمزى، والأصفر، والأخضر، والأسود	صفر – ٥٪
البرتقالى والأحمر	٥ – ١٠٪
البنى	١٠ – ١٥٪

ويزداد تركيز حامض الأسكوربيك فى ثمار الفلفل أثناء نموها ونضجها، وقد تتوقف الزيادة فى تركيز حامض الأسكوربيك أثناء نضج الثمار، أو تنخفض قليلاً فى بعض الأصناف.

ويعد الفلفل من المصادر الهامة لفيتامين E، علمًا بأن محتوى الثمار من الفيتامين يصل إلى أعلى تركيز له فى الثمار الناضجة فسيولوجيًا، حيث يبلغ تركيزه فيها ٤ أمثال التركيز فى الثمار الخضراء غير المكتملة النمو. ويزداد تركيز الفيتامين فى طرف الثمرة المتصل بالعنق عما فى طرفها الزهرى، كما يبلغ محتوى الطبقة الخارجية من الجدار الثمرى من الفيتامين ٣ أمثال ما تحتويه الطبقات الداخلية منه (Horbowicz & Grudzien ١٩٩٥).

الكوسة

تُزرع الكوسة – أساسًا – لأجل ثمارها، إلا أن بذورها تستهلك كذلك، ولكل أهميته الغذائية.

الثمار

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من ثمار الكوسة (أى بعد تقشيرها) على المكونات الغذائية التالية: ٩٤ جم رطوبة، و١٩ سعرًا حراريًا، و١.١جم بروتين، و٠.١ جم دهون، و٤.٢ جم كربوهيدرات كلية، و٠.٦ جم ألياف، و٠.٦ جم رماد، و٢٨ مجم كالسيوم، و٢٩ مجم فوسفور، و٠.٤ مجم حديد، و٠.١ مجم صوديوم، و٢٠٢ مجم بوتاسيوم، و١٦ مجم مغنيسيوم، و٤١٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٥ مجم ثيامين، و٠.٣٦ مجم حامض البانتوثنك، و٠.٠٨ مجم بيرودوكسين، و٣١ مجم حامض الفوليك، و٠.٠٩ مجم ريبوفلافين، و١.٠ مجم نياسين، و٢٢ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح من ذلك أن الكوسة من الخضر الغنية فى النياسين، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الريبوفلافين وحامض الأسكوربيك، وحامض الفوليك.

البذور

إلى جانب القيمة الغذائية لثمار الكوسة .. فإن بذور الثمار الناضجة تعد من أغنى المصادر فى البروتين والزيوت. فمثلاً. وجدت طفرة من الكوسة تخلو بذورها من الغلاف البذرى، وتعرف باسم naked seed. ويتراوح محصول البذور فى هذه الطفرة بين ٢٢٠ و٦٢٠كجم للفدان، وتحتوى على ٤٦٪ دهون، و٣٤٪ بروتين، و١٠٪ مواد كربوهيدراتية، و٢.٨٪ ألياف (Whitaker & Davis ١٩٦٢). كما أن بعض الأنواع البرية تنتج ثمارها كميات كبيرة من البذور، تتراوح تقديراتها بين ٠.٧، و١.٤ طن للفدان. وعلى الرغم من مرارة ثمارها .. إلا أن بذورها تصلح للأكل، وتحتوى على ٣٠٪ – ٣٥٪ من الزيوت العالية الجودة، و٣٠٪ - ٣٥٪ بروتين (Whitaker & Bemis ١٩٧٦).

وقد وجدت اختلافات جوهرية فى محتوى بذور تسع سلالات من الكوسة (تخلو من الغلاف البذرى) فى مختلف العناصر الغذائية، كما يلى:

العنصر الغذائى	المحتوى (على أساس الوزن الجاف)
البروتين (٪)	٣٧.١ ± ٠.٤٥٪ – ٤٤.٤ ± ٠.٤٥٪
الزيوت (٪)	٣٤.٥ ± ٠.٤٢٪ – ٤٣.٦ ± ٠.٠٦٪
الرماد (٪)	٥.١ ± ٠.٠٤٪ – ٦.٣ ± ٠.١٠٪
السعرات الحرارية (كيلو كالورى/١٠٠جم)	٥٤٩ ± ٣ – ٥٩٨ ± ١

كذلك كان الاختلاف بين السلالات فى محتوى بذورها من المواد الكربوهيدراتية جوهريًا، ولكن تشابهت السلالات فى توزيع الأحماض الأمينية بها، وكان محتواها من السيستين cysteine، والمثايونين methionine منخفضًا. وبالمقارنة .. وجدت اختلافات جوهرية بين السلالات فى محتوى بذورها من مختلف الأحماض الدهنية، وكان حامض الأولِيْك oleic acid أكثرها تركيزًا، حيث تراوح مداه بين ٤٦,٦ ± ٠,١٥٪، و ٦٠,٤ ± ٠,١٩٪ من الدهون الكلية، وتلاه حامض اللينوليْك linoleic acid الذى تراوح تركيزه بين ٩,٦ ± ٠,١٦٪، و٢٧,٩ ± ٠,١٥٪، ثم حامض البالمتك palmatic الذى تراوح مداه بين ١٢,٨ ± ٠,١٧٪، و١٥,٨ ± ٠,٥٦٪ من الدهون الكلية، كذلك اختلفت السلالات جوهريًا فى محتوى بذورها من جميع العناصر فيما عدا عنصرى المغنيسيوم والمنجنيز، وكانت أكثر العناصر تواجدًا: البوتاسيوم، والمغنيسيوم. ولم تختلف السلالات جوهريًا فى محتوى بذورها من الرطوبة (Idouraine وآخرون ١٩٩٦).

الكنتالوب

يحتوى كل ١٠٠جم من الجزء الصالح للاستهلاك من القاوون الشبكى الأمريكى ذى اللب البرتقالى على العناصر الغذائية التالية: ٩١,٢ جم رطوبة، و٣٠ سعرًا حراريًا، و٠,٧ جم بروتين، و٠,١ جم دهون، و٧,٥ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٣ جم ألياف، و٠,٥ جم رماد، و١٤ مجم كالسيوم، و١٦ مجم فوسفور، و٠,٤ مجم حديد، و١٢ مجم صوديوم، و٢٥١ مجم بوتاسيوم، و٠,١٤ مجم زنك، و٠,٠١ مجم نحاس، و٣٤٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٤ مجم ثيامين، و٠,٠٣ مجم ريبوفلافين، و٠,٦ مجم نياسين، و٠,٢٥ مجم حامض بانتوثنك، و٠,٠٦ مجم بيريدوكسين (فيتامينب٦)، و٣٠ مجم حامض الفوليك، و٣٣ مجم حامض أسكوربيك، و٣,٠ مجم بيوتين.

وتتشابه الأصناف ذات اللب الأخضر مع الأصناف ذات اللب البرتقالى فى محتواها من مختلف العناصر الغذائية، باستثناء فيتامين أ الذى ينخفض محتواه فى الأصناف ذات اللب الأخضر – مثل طراز الجاليا والهنى ديو العادى ذا اللب الأخضر – إلى حوالى ٢٨٠ وحدة دولية (Watt & Merrill ١٩٦٣)، وينخفض محتوى فيتامين أ عن ذلك فى الطرز الصنفية ذات اللب الأبيض، مثل طراز البيل دى سابو Piel de Sapo.

يتضح مما تقدم أن القاوون (مختلف أصناف القاوون والشمام بوجه عام) من الخضر الغنية في النياسين، وحامض الأسكوربيك، كما تعتبر الأصناف ذات اللب البرتقالي غنية في فيتامين أ.

وقد تعرف Khan وآخرون (١٩٩٦) على أربعة أحماض دهنية أساسية في بذور القاوون، هي: لوريك lauric بنسبة ١٦٪ - ٣٢٪، وبالماتك palmtic بنسبة ٣٨٪ – ٤٥٪ وستيارك stearic بنسبة ١٠٪ – ١٥٪، وأوليك oleic بنسبة ١٢٪ - ٢٠٪، إلى جانب كميات صغيرة أخرى من حمضى ميرستك myristic، ولينوليّك linoleic.

البطيخ

يحتوى كل ١٠٠جم من الجزء الصالح للاستعمال من ثمار البطيخ على المكونات الغذائية التالية:

٩٢ جم رطوبة، و٢٦ سعرًا حراريًا، و٠.٥ جم بروتين، و٠.٢ جم دهون، و٦.٤ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٣ جم ألياف، و٠.٣ جم رماد، و٧ ملليجرام كالسيوم، و١٠ ملليجرام فوسفور، و٠.٥ ملليجرام حديد، وملليجرام واحد صوديوم، و١٠٠ ملليجرام بوتاسيوم، و٠.٠٩ ملليجرام زنك، و٠.٠٢ ملليجرام نحاس، و٨ ملليجرام مغنيسيوم، و٥٩٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٣ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٣ ملليجرام ريبوفلافين، و٠.٢ ملليجرام نياسين، و٠.٣ ملليجرام حامض البانتوثنك، و٠.٠٧ ملليجرام بيريدوكسين (فيتامين ب٦)، و٨.٠ ملليجرام حامض الفوليك، و٣.٦ ملليجرام بيوتين، و٧.٠ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣، وRobinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

وتزرع أصناف خاصة من البطيخ لأجل بذورها في مناطق مختلفة من العالم، ومن هذه الأصناف البطيخ الجورمة في مصر، والسلالات SW-1، SW-2، وSW-3 في الصين، وهى سلالات قام Ma وآخرون (١٩٩٠) بتحليل محتواها من البروتين والدهون، وما تتكون منه من أحماض أمينية وأحماض دهنية، حيث تراوحت فيها نسبة البروتين بين ٢٦.٨ و٢٨.٢٪ والدهون بين ٣٨.٧٪ و٤٧.٩٪، كما كانت البروتينات غنية في الأحماض الأمينية الضرورية، كما هو مبين في جدول (٣-٢).

جدول (٣-٢)

محتوى بذور ثلاث سلالات من البطيخ – تزرع لأجل بذورها – من البروتين، والأحماض الأمينية، والدهون (Ma وآخرون ١٩٩٠)

المحتوى (٪)	السلالة		
	SW-1	SW-2	SW-3
البروتين	٢٦,٨	٢٨,٢	٢٧,٧
الأحماض الأمينية			
الأسبارجين	٣,٣	٣,٢	٣,٠
الثريونين*	٢,٨	١,٧	٢,٦
السيرين	١,٧	١,٤	١,٤
الجلوتامين	٦,٦	٦,٤	٦,٣
البرولين	٣,٠	١,٧	١,٨
الجليسين	١,٨	١,٨	١,٧
الآلانين	١,٩	١,٥	١,٥
السيستين	٠,٣	٠,٣	٠,٣
الفالين*	١,٩	١,٧	١,٦
المثيونين*	٠,٣	٠,٢	٠,٣
الإليوسين*	١,٤	١,٥	١,٣
الليوسين*	٢,٥	٢,٢	٢,٠
التيروزين	٠,٧	٠,٩	٠,٩
الفنيل آلانين	١,٥	١,٧	١,٦
الليسين*	١,١	١,١	١,٠
الهستيدين*	١,١	٠,٨	٠,٧
الأرجنين*	٦,٧	٥,٠	٤,٨
الدهون	٣٨,٧	٤٤,٤	٤٧,٩

* أحماض أمينية ضرورية.

الفراولة

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفراولة الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٩.٩ جم رطوبة، و٣٧ سعرًا حراريًا، و٠.٧ جم بروتين، و٠.٥ جم دهون، و٨.٤ جم كربوهيدرات، و١.٣ جم ألياف، و٠.٥جم رماد، و٢١مليجرام كالسيوم، و٢١ مليجرام فوسفور، و١.٠مليجرام حديد، و١.٠ مليجرام صوديوم، و١٦٤ مليجرام بوتاسيوم، و٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٣ مليجرام ثيامين، و٠.٠٧ مليجرام ريبوفلافين، و٠.٦ مليجرام نياسين، و٥٩ مليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن الفراولة من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، وحامض الأسكوربيك، وتحتوى على كميات متوسطة من الحديد والريبوفلافين.

ويذكر Mass وآخرون (١٩٩٦) أن أوراق الفراولة تعد – كذلك – غنية جدًا فى حامض الأسكوربيك، حيث يتراوح محتواها – حسب الصنف أو السلالة – بين ٢١٥، و٤٣٥ مجم/١٠٠جم وزن طازج من الأوراق، وكثيرًا ما استعمل شاى أوراق الفراولة كمقو ومنشط عام. ويعمل تجفيد (تجفيف أثناء التجميد) أوراق الفراولة على المحافظة على محتواها من حامض الأسكوربيك، الذى يذوب بسهولة فى الماء المغلى، وهو الذى يعمل – بدوره – على تحطيم الإنزيم الذى يمكن أن يحلل الفيتامين.

وتحتوى الفراولة على حامض الإلاجك ellagic acid، وهو فينول ذو فاعلية قوية ضد السرطانات المُحدثة كيميائيًا (عن Mass وآخرين ١٩٩١). وتحتوى الثمار الناضجة على ٠.٤٣ – ٤.٦٤ مجم من الحامض/جم من الثمار (على أساس الوزن الجاف) حسب الصنف. هذا .. بينما تعد الثمار غير الناضجة أكثر احتواء على الحامض، ويزداد محتوى الحامض فى الأوراق عما فى الثمار بنوعيها – الناضجة وغير الناضجة – حيث يبلغ ٣٢ مجم/جم على أساس الوزن الجاف. ويكفى غلى مسحوق الأوراق المجفدة فى الماء لمدة ٣ دقائق على ١٠٠ °م لاستخلاص حامض الإلاجك بكفاءة تعادل ٥٥٪ من كفاءة استخلاصه بالطرق الكيميائية (Mass وآخرون ١٩٩٦).

البامية

يحتوى كل ١٠٠جم من ثمار البامية الطازجة على ٨٨.٩ جم رطوبة، و٣٦ سعرًا حراريًا، و٢.٤ جم بروتينًا، و٠.٣ جم دهونًا، و٧.٦ جم كربوهيدرات كلية، وجرام واحد أليافـ، و٠.٨ جم رمادًا، و٩٢ مليجرام كالسيوم، و٥١ مليجرام فوسفورًا، و٠.٦ مليجرام حديدًا، و٣ مليجرام

صوديوم، و٢٤٩ ملليجرام بوتاسيوم، و٤١ ملليجرام مغنيسيوم، و٥٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,١٧ ملليجرام ثيامين، و٢١ ملليجرام ريبوفلافين، وملليجرام واحد نياسين، و٣١ ملليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويعنى ذلك أن البامية تعد من الخضر الغنية جدًا بالريبوفلافين، والنياسين، وتعتبر غنية نسبيًا بالكالسيوم، ومتوسطة فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، وفيتامين أ، وحامض الأسكوربيك.

وتبعًا لـ Lamont (١٩٩٩) .. فإن البامية تؤكل منها – إلى جانب الثمار – الأوراق والنموات القمية الصغيرة الغضة (تستعمل مطهية فى غرب أفريقيا وجنوب شرق آسيا)، كما أن بذورها الناضجة تحمص وتطحن وتستعمل كبديل للبن أو تضاف إليه (كما فى السلفادور ودول أمريكا الوسطى، وأفريقيا، وماليزيا)، كذلك تعد البذور مصدرًا لكل من الزيوت (تبلغ نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة وخاصة حامضى اللينولَيْك linoleic والأولَيْك oleic – فيها ٧٠٪) والبروتين (الذى تتراوح نسبته بين ١٨٪، و٢٠٪). وتستعمل البذور فى عمل خثرة curd تكون كريمية أو صفراء اللون. وللبامية استعمالات صناعية كذلك، تتضمن: صناعة لب الورق من سيليلوز النبات، واستخراج الهلام النباتى mucilage من الثمار، وهو الذى يستعمل كمادة ناشرة فى صناعة الورق.

الخضر الدرنية والجذرية

البطاطس

أهمية البطاطس كغذاء للإنسان

تعتبر البطاطس من أكثر الخضر استعمالاً، وتستهلك كميات كبيرة منها فى صورة مصنعة؛ حيث توجد العشرات – وربما المئات – من منتجات البطاطس المصنعة.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من درنات البطاطس المقشرة على ٧٩,٨ جم ماء، و٧٦ سعرًا حراريًا، و٢,١ جم بروتينًا، و٠,١ جم دهونًا، و١٧,١ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٥ جم أليافًا، و٠,٩ جم رمادًا، و٧ ملليجرام كالسيوم، و٥٣ ملليجرام فوسفورًا، و٠,٦ ملليجرام حديدًا، و٣ ملليجرام صوديوم، و٤٠٧ ملليجرام بوتاسيوم، و٢٢ ملليجرام مغنيسيوم، وآثار من فيتامين أ (فى الأصناف ذات اللب الأبيض)، و٠,١ ملليجرام ثيامين، و٠,٠٤ ملليجرام ريبوفلافين، و١,٥ ملليجرام نياسين، و٢٠ ملليجرام حامض الأسكوربيك Watt & Merrill (١٩٦٣).

إن تناول درنة واحدة متوسطة الحجم من البطاطس (يبلغ وزنها حوالى ١٥٠ جم أو يكون قطرها حوالى ٦.٥ سم) يمد الإنسان بالاحتياجات التالية من مختلف العناصر الغذائية:

العنصر الغذائى	مقدار أو نسبة ما تمده الدرنة من الاحتياجات اليومية
السعرات الحرارية	١١٠ (حوالى ٤ - ٥٪)
البروتين	٣ جم (٦٪)
فيتامين ج	٥٠٪
الثيامين	٨٪
الريبوفلافين	٢٪
النياسين	١٠٪
الحديد	٨٪
فيتامين ب٦	١٥٪
حامض الفوليك	٨٪
الفوسفور	٨٪
المغنيسيوم	٨٪
الزنك	٢٪
النحاس	٨٪
حامض البانتوثينك	٤٪
اليود	١٥٪
فيتامين أ والكالسيوم	< ٢٪
المواد الكربوهيدراتية	٢٣ جم
الدهون	صفر
الألياف	٠.٢٧ جم
البوتاسيوم	٧٥٠ مجم

هذا .. ويزيد إنتاج البطاطس– من وحدة المساحة – من السعرات الحرارية – عن القمح بنسبة ٧٥٪ والأرز بنسبة ٥٨٪؛ ومن البروتين عن القمح بنسبة ٥٤٪ وعن الأرز بنسبة ٧٨٪ (Potato Association of America – الإنترنت – ٢٠٠٦).

وعلى الرغم من أن وحدة المساحة من البطاطس تُنتج مادة جافة وبروتينًا أكثر مما تنتجه مساحة مماثلة من محاصيل الحبوب الرئيسية التى يعتمد عليها العالم فى غذائه (جدول ٣-٣)، لكن الإنسان يحتاج إلى أن يستهلك من البطاطس ثلاثة أضعاف ما يستهلكه من الحبوب لكى يحصل على نفس عدد السعرات الحرارية، وذلك بسبب انخفاض نسبة المادة الجافة فى البطاطس، بالمقارنة بالحبوب (Gray & Hughes ١٩٧٨).

جدول (٣-٣)

مقارنة بين البطاطس ومحاصيل الغذاء الرئيسية فى العالم من حيث كمية المادة الجافة والبروتين التى تنتج من وحدة المساحة

المحصول	الكمية المنتجة (طن / هكتار)	
	المادة الجافة	البروتين
القمح	١,٣٠	٠,١٥٦
الأرز	١,٩٧	٠,١٧٢
الذرة	٢,١٣	٠,٢٢٤
الشعير	١,٤٦	٠,١٤٨
الدُّخن – الذرة الرفيعة	٠,٧٣	٠,٠٦٦
البطاطس	٢,٩٣	٠,٢٢٦
البطاطا – اليام	٣,٨٢	٠,٢٨٠
الكاسافا	٤,٩٢	٠,١١٥
فول الصويا	٢,٦٢	١,٠٤٣

وبمقارنة البطاطس مع الخبز وزنًا بوزن من حيث القيمة الغذائية، يتضح ما يلي:

١- تحتوى البطاطس على نحو ثلث ما يحتويه الخبز من السعرات الحرارية.

٢- تتساوى البطاطس مع الخبز فى كلٍّ من البروتين ومجموعة فيتامينات ب.

٣- يعد كلاهما فقيرًا فى فيتامين أ.

٤- تعتبر البطاطس الحديثة الحصاد أغنى من الخبز فى فيتامين ج.

٥- تتساوى البطاطس مع الخبز أو تتفوق عليه كمصدر للحديد، لكن كليهما يعد فقيرًا فى كلٍ من الفوسفور والكالسيوم.

ومن جهة أخرى .. نجد أن حقلاً من القمح يتحصل منه على نحو ٦٣٪ من السعرات الحرارية التى يمكن الحصول عليها من حقل مساوٍ من البطاطس إذا استخدم الدقيق الأبيض فى صناعة الخبز. وتزداد هذه النسبة إلى ٨١٪ عند استخدام الدقيق الكامل فى صناعة الخبز.

ونظرًا لأن البطاطس تعتبر أحد محاصيل الخضر القليلة التى يمكن أن يستهلكها الإنسان بكميات كبيرة نسبيًا؛ لذا .. فإنها يمكن أن تشكل مصدرًا هامًا لعديدٍ من العناصر الغذائية. وقد كان مزارعو أيرلندا يستهلكون البطاطس فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل نحو أربعة كيلو جرامات للفرد يوميًا. وتكفى هذه الكمية لإمداد الإنسان بكافة احتياجاته اليومية من السعرات الحرارية، والبروتين، والمعادن، والفيتامينات، فيما عدا فيتامينى أ، د (Burton ١٩٤٨).

القيمة الغذائية

المادة الجافة والنشا والمحتوى الكربوهيدراتى

تتراوح نسبة المادة الجافة فى درنات البطاطس بين ١٦٪ و٢٢٪ وقد تقل عن هذا المدى، أو تزيد عليه فى أصناف معينة. وينخفض محتوى المادة الجافة فى الجلد، والقشرة الخارجية، والنخاع، مقارنة بالأجزاء الأخرى للدرنة، ويبلغ تركيز المادة الجافة أعلى مداه

حول الحزم الوعائية، كما يكون تركيزها أعلى قليلاً عند الطرف القاعدى للدرنة، مقارنة بالطرف القمى.

وتتراوح نسبة النشا فى درنات البطاطس من ١٢,٤٪ إلى ١٧,٨٪ حسب الصنف وظروف الإنتاج، أما نسبة السكريات، فتتراوح بين ٠,٢٪ و٦,٨٪.

وتوجد اختلافات وراثية بين أصناف البطاطس فى محتوى درناتها من البروتين الذى وجد فى إحدى الدراسات أنه يتراوح من ٦,٢٥٪ إلى ١٥٪ (على أساس الوزن الجاف) فى الأصناف المختلفة. ويزيد النيتروجين الكلى فى درنات البطاطس بزيادة التسميد الآزوتى (عن Rouchaud وآخرين ١٩٨٦).

البروتين

يحتوى بروتين البطاطس على كميات كبيرة من جميع الأحماض الأمينية، فيما عدا تلك المحتوية على الكبريت، وهى المثيونين methionine، والسيستاين cystine، ولكن بروتين البطاطس غنى فى الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine الذى تفتقر إليه محاصيل الحبوب. ويتساوى بروتين البطاطس مع البروتين الحيوانى فى نسبة ما يحتويه كل منهما من الليسين.

ويعادل بروتين البطاطس بروتين فول الصويا فى قيمته البيولوجية؛ حيث يبلغ فى المتوسط ٧٠٪ من القيمة البيولوجية لبروتين البيض. ويبين جدول (٣- ٤) مقارنة بين بروتين البطاطس وبروتين عدد من الأغذية الأخرى، والأحماض الأمينية التى تفتقر إليها كل منها.

ويتكون البروتين الذائب من نوعين هما: التيوبرين tuberin، والتيوبرينين بنسبة ٧٠٪ و٣٠٪ على التوالى، وهما يتشابهان فى محتوى كلٍّ منهما من الأحماض الأمينية.

جدول (٣-٤)

القيمة البيولوجية لبروتين البطاطس، مقارنة ببروتين عددٍ من الأغذية الهامة الأخرى (عن Horton & Sawyer ١٩٨٥)

الغذاء	القيمة البيولوجية [أ]	الأحماض الأمينية المحددة [ب]
البيض	١٠٠	--
السمك	٧٥	التربتوفان
البطاطا	٧٥	المحتوية على الكبريت
الأرز	٧٥	الليسين
البطاطس	٧٠	المحتوية على الكبريت
بذور دوار الشمس	٧٠	المحتوية على الكبريت
دقيق فول الصويا	٧٠	الليسين
دقيق الفول السوداني	٧٠	المحتوية على الكبريت
حليب البقر	٦٠	المحتوية على الكبريت
الدُخن	٦٠	الليسين
البسلة	٦٠	المحتوية على الكبريت
دقيق القمح	٥٠	الليسين
دقيق الذرة	٤٥	التربتوفان
الفاصوليا الجافة	٤٢	المحتوية على الكبريت
الكاسافا	٤٠	المحتوية على الكبريت

أ- تمثل القيمة البيولوجية نسبة استفادة الجسم من البروتين بسبب وجود نقص نسبي في واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية في البروتين. يلاحظ أن بروتين البيض يُستفاد منه بصورة كاملة لوجود جميع الأحماض الأمينية فيه في حالة توازن تام.

ب-الأحماض الأمينية المحددة لمدى استفادة الجسم من البروتين بسبب نقصها النسبي فيه.

وتختلف نسبة البروتين فى البطاطس الطازجة عنه فى البطاطس المعدة للأكل بطرق مختلفة؛ فهى تبلغ (على أساس الوزن الطازج) ١,٩٦٪ فى البطاطس الطازجة، و١,٩٣ فى البطاطس المعلبة، ٢,٤٣٪ فى البطاطس المجهزة فى الفرن، و٣,٧٣٪ فى البطاطس المحمرة. ويرجع ذلك إلى اختلاف البطاطس المعدة بالطرق المختلفة فى محتواها من الرطوبة.

ولا يشكل البروتين سوى ٢٨٪ - ٥١٪ من النيتروجين الكلى فى درنات البطاطس. ويعنى ذلك أن البطاطس تعتبر غنية نسبيًا فى الأحماض الأمينية الحرة، ومن أهمها: التيروزين tyrosine الذى يزيد تركيزه الحر عما هو موجود فى دقيق القمح الكامل، والأرجينين arginine الذى يوجد بتركيز مرتفع، والليسين lysine، والهستدين histidine. وتعتبر البطاطس فقيرة نسبيًا فى الحامضين الأمينيين :ميثيونااين methionine، وسيستاين cystine (Smith ١٩٦٨).

ويمكن القول إجمالاً إن المحتوى النيتروجينى لدرنات البطاطس يتراوح بين ٠,١١٪ و٠,٥٨٪ وأن البروتين الذائب يشكل نحو ٣٠٪ - ٥٠٪ من هذه الكمية، بينما تشكل المواد البروتينية غير الذائبة حوالى ١٠٪، أما بقية الكمية، فتوجد غالبًا على صورة أميدات، وتشكل مع حامضين أمينيين (هما الجالوتامين، والأسبارجين) أكثر من ٥٠٪ من النيتروجين غير البروتينى.

وتعد البطاطس من الأغذية المتوازنة فيما يتعلق بنسبة محتواها من البروتين إلى محتواها من السعرات الحرارية، بحيث إذا تم تناول كمية تكفى لمد الجسم بقدر جوهرى من السعرات الحرارية، فإنها تمده – كذلك – بقدر معنوى من البروتين؛ وهى تتفوق فى هذا الشأن على غيرها من المحاصيل الدرنية الأخرى.

الفيتامينات

ترتفع نسبة الكاروتين فى درنات البطاطس ذات اللون الداخلى الأصفر كثيرًا عما فى الدرنات البيضاء؛ فتبلغ نحو ١٣٨ ملليجرام بكل مائة جرام فى الصفراء، بينما لا تتعدى ٠,٠٢١ ملليجرام فى كل مائة جرام من البيضاء.

ويتباين كثيرًا محتوى درنات البطاطس من حامض الأسكوربيك باختلاف الصنف ومنطقة الزراعة. فمثلاً وجد Mullin وآخرون (١٩٩١) – فى كندا – أن المدى تراوح فى سبعة

أصناف من البطاطس بين ١٢.٤، و١٨.١مجم/١٠٠جم. وقد سبقت الإشارة إلى أن المتوسط العام لمحتوى البطاطس من حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يبلغ ٢٠ ملليجرام في كل مائة جرام، إلا ان هذه النسبة ترتفع إلى ٢٦ ملليجرام٪ في الدرنات الحديثة الحصاد، وتنخفض مع التخزين إلى النصف في خلال ثلاثة أشهر، وإلى الثلث بعد ثلاثة أشهر أخرى.

كما يتأثر محتوى الدرنات من فيتامين ج ببعض معاملات المبيدات الحشرية؛ فمثلاً تؤدى المعاملة بالألديكارب Aldicarb إلى زيادة الفيتامين في الدرنات بنحو ٢٠٪ ويستمر تأثير المعاملة واضحًا خلال التخزين في المخازن المبردة.

ويستدل من دراسات Mondy وآخرين (١٩٩٣) على أن محتوى درنات البطاطس من حامض الأسكوربيك يزداد عند التسميد بكبريتات الزنك بمعدل ١١٢ كجم/هكتار.

ويصل تركيز فيتامين ج في الدرنات إلى أعلى مستوى له عند بداية اصفرار الأوراق، ثم ينخفض بعد ذلك إذا تأخر الحصاد. وهو يوجد في صورتيه: المختزلة (حامض الأسكوربيك Ascorbic)، والمؤكسدة (دى هيدرو حامض الأسكوربيك Dehydro ascorbic acid)، وتوجد الصورة الأخيرة بنسبة صفر – ١٤٪ فقط ولا يستفيد منها الجسم؛ لأنها تتحول عند الطهى إلى حامض داى كيتو جيولونك Diketogulonic acid؛ وهو حامض لا يختزل ثانية إلى حامض الأسكوربيك؛ وبذا يعد تكوّنه فقدًا لجزء من محتوى الدرنة من الفيتامين (Gray & Hughes ١٩٧٨).

وعلى الرغم من أن البطاطس تعد من الأغذية الفقيرة في النياسين، إلا أنها تعد من أغنى محاصيل الخضر في هذا الفيتامين، كما تحتوى البطاطس على كميات محسوسة من البيريدوكسن Pyridoxin، وفيتامين ك (K)، والبيوتين biotin، والإنوسيتول Inositol، وحامض البانتوثينك Pantothenic acid.

وتتباين أصناف البطاطس كثيرًا في محتواها من حامض الفوليك، إلا إنها تشترك معًا في ارتفاع محتوى درناتها الجديدة الصغيرة new potato من الحامض، الذى ينخفض – تدريجيًا – ليصل إلى أدنى مستوى له عند الحصاد، علمًا بأن مستوى حامض الفوليك يزيد في الدرنات الصغيرة بمقدار ٢.٦ – ٣.٤ أضعاف مستواه في الدرنات التى أكملت تكوينها (Goyer & Navarre ٢٠٠٩).

هذا .. وكل ١٠٠ جم من البطاطس المسلوقة تمد الفرد البالغ بالنسب المئوية التالية من احتياجاته اليومية من مختلف الفيتامينات: حامض الأسكوربيك ٥٠٪، والثيامين ٨٪ - ١٠٪، والنياسين ٨٪ - ١٠٪، وفيتامين ب٦ ١٠٪-١٢٪، وحامض الفوليك ٦٪، وحامض البانتوثنيك ٤٪ - ٨٪ (عن Horton & Sawyer ١٩٨٥).

العناصر

تحتوى البطاطس على معظم العناصر التى يفتقر إليها اللبن (الحليب)؛ مثل: الحديد، والنحاس، والمنجنيز، واليود. وهى تعد مصدرًا جيدًا لكل من : البوتاسيوم، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، ولكنها فقيرة فى الكالسيوم (جدول ٣- ٥).

جدول (٣-٥)

محتوى درنات البطاطس من العناصر (ملليجرام/١٠٠) (Talburt & Smith ١٩٥٩)

العنصر	المحتوى	العنصر	المحتوى
الفوسفور	١٦٦- ٣١٤	البورون	٤,٥- ٨,٦
الكالسيوم	٣٢- ٨٨	السيلينيم	٥,١- ١٧,٣
المغنيسيوم	٦٥ - ١٣٦	المنجنيز	٠,٦ - ٨,٥
الصوديوم	٢٦ - ٣٣٢	الفلور	٠,٦ - ٨,٥
البوتاسيوم	١٨١١- ٢٤٣٠	اليوم	٠,٠٢ - ٠,٥٦
الحديد	٢,٦- ١٠,٥	الليثيم	آثار
الكبريت	١٠٩- ٢١٣	الألومنيوم	٢,٩- ٨,٨
الكلور	١١٢- ٥٣٠	الخارصين	٠,٣
الزنك	١,٧- ٢,٢	المولبيدنم	٠,٢٦
البروم	٤,٨- ٨,٥	الكوبالت	٠,٢٦
النحاس	٠,٤ - ١,٠	النيكل	٠,٢٦

الأحماض العضوية

تحتوى البطاطس على عدد من الأحماض العضوية من أهمها: حامض الأوكساليك oxalic، والستريك citric، والماليك malic، والسكنك succinic، والطرطريك tartaric (Hardenburg ١٩٤٩).

البطاطا

الاستعمالات

تستعمل جذور البطاط فى الأغراض التالية:

١- غذاء الإنسان .. تستعمل الجذور بعد طهيها بالسلق فى الماء، أو بالشى فى الأفران، أو على اللهب مباشرة، أو بالتحمير.

٢- التصنيع لغذاء الإنسان.. مثل الشبس، والتعليب، والتجميد.

وكما هو الحال مع درنات البطاطس، فإن جذور البطاطا يمكن استخدامها فى صناعة الشبس، ولكن إقامة صناعة كهذه على أساس اقتصادى تتطلب توفر إمدادات من محصول البطاطا بقدر يكفى حاجة التصنيع على مدار العام، الأمر الذى يتطلب تخزينًا جيدًا للمحصول لمدة لا تقل عن ثمانية شهور، وهو أمر ميسور إذا ما اتبعت الطرق السليمة فى معالجة الجذور، وتداولها وتخزينها.

٣- غذاء الحيوان بعد الغسيل والتنظيف بالتفريش، والفرم أو التقطيع إلى شرائح والمعاملة بثانى أكسيد الكبريت، ثم التجفيف السريع إما فى الشمس أو فى الهواء الساخن على حرارة ٨٠°م.

٤- استخراج النشا لاستعماله فى صناعة النسيج وإنتاج الكحول.

كذلك تستعمل الأوراق فى غذاء الإنسان والحيوان علمًا بأنها تحتوى – على أساس الوزن الجاف – على ٨٪ نشا، و٤٪ سكر، و٢٧٪ بروتين، و١٠٪ رماد، كما تحتوى على كاروتين بتركيز ٥٦ مجم لكل ١٠٠جم مادة جافة (عن Onwueme ١٩٧٨).

وللبطاطا استعمالات أخرى كثيرة تناولها بالشرح كل من: Purseglove (١٩٧٤)، وWang (١٩٨٢)، وWinaro (١٩٨٢) الذى استعرض منتجات البطاطا الصناعية بالتفصيل.

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور البطاطا على المكونات الغذائية التالية: ٧٠.٦ جم رطوبة، و١١٤ سعرًا حراريًّا، و١.٧ جم بروتينًا، و٠.٤ جم دهونًا، و٢٦.٣ جم مواد كربوهيدراتية،

و٠,٧ جم ألياقا، و١,٠ جم رمادًا، و٣٢ جم كالسيوم، و٤٧ جم فوسفورًا، و٠,٧ جم حديدًا، و١٠ جم صوديوم، و٢٤٣ مجم بوتاسيوم، و٣١ مجم ثيامين، و٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، و٠,٦ مجم نياسين، و٢١ مجم حامض الأسكوربيك. أما المحتوى من فيتامين أ، فهو آثار فى الأصناف ذات الجذور البيضاء، و٦٠٠ وحدة دولية فى الأصناف ذات اللب الأصفر، ويصل إلى ٢٠٠٠٠ وحدة دولية فى الأصناف ذات اللب البرتقالى، بمتوسط عام قدره ٨٨٠٠ وحدة دولية فى مختلف الأصناف الصفراء والبرتقالية اللون (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن البطاطا تعد من الخضر الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية، وفيتامين أ، والنياسين، كما تعتبر غنية بمحتواها من فيتامين ج.

أما النموات الخضرية للبطاطا (الأوراق والسيقان).. فإنها مصدر بروتينى جيد فى المناطق الاستوائية التى تستهلك فيها البطاطا كمحصول ورقى؛ إذ تتراوح نسبة البروتين بها بين ٢١,٧٪، و٣١,٣٪ على أساس الوزن الجاف (Wang ١٩٨٢).

هذا .. إلا أن أصناف البطاطا تتباين كثيرًا فى محتوى جذورها من مختلف المكونات الغذائية.

ففى دراسة شملت ١٢ صنفًا من البطاطا .. تباين محتوى الجذور من بعض المكونات الغذائية كما يلى (Takahata وآخرون ١٩٩٣).

المادة الجافة: ١٩,٢٪- ٤١,٣٪ .

الفراكتوز: ١,١٦- ١٧,٥٦ مجم/جم.

الجلوكوز: ٠,٦٠- ١٨,٠٥ مجم/جم.

السكروز: ٨,٩- ٣٠,٩ مجم/جم.

المالتوز: ١,٨- ١٣١,٤ مجم/جم.

البيتاكاروتين: ١,١- ٢٣٦,٦ مجم/١٠٠جم.

كذلك تباين محتوى جذور ستة أصناف من البطاطا من مختلف العناصر والكاروتين – على أساس الوزن الطازج – كما يلى:

البروتين: ١.٣٦٪- ٢.١٣٪.

الفوسفور: ٣٨-٦٤ مجم/١٠٠جم.

البوتاسيوم: ٢٤٥- ٤٠٣ مجم/١٠٠جم.

الكالسيوم: ٢٠- ٤١ مجم/١٠٠جم.

المغنيسيوم: ١٣- ٢٢ مجم/١٠٠جم.

الكاروتينات الكلية: ٥- ١١.٥ مجم/١٠٠جم.

وقد ازداد تركيز الكاروتينات قليلاً بعد العلاج وخلال فترة قصيرة من التخزين على ٧، و١٥.٦، و٢٦.٦ °م (Picha ١٩٨٥).

وتحتوى جذور البطاطا على ٥٠٪ - ٨١٪ رطوبة، و٨٪ - ٢٩٪ نشا. ويتكون النشا من حوالى ٢٥٪ أميلوز، و٧٥٪ أميلوبكتين. ويتحول معظم النشا إلى مالتوز أثناء الطهى؛ مما يجعل المنتج المطهى أكثر حلاوة من الجذور الطازجة.

وتُعد البطاطا مصدرًا جيدًا للمغنيسيوم ، وتعد الجذور البرتقالية مصدرًا جيدًا للبيتا كاروتين، كما أن استهلاكها بكميات كبيرة – كما يحدث فى بعض الدول الأفريقية – يمكن أن يجعل منها مصدرًا جيدًا لكل من الحديد والزنك والكالسيوم (Tumwegamire وآخرون ٢٠١١).

وتشكل المواد الكربوهيدراتية حوالى ٧٥٪ - ٩٠٪ من المادة الجافة بجذور البطاطا.

وتراوح المحتوى البروتينى لعشرة أصناف من البطاطا بين ١.٣٪ و٣.١٪ على أساس الوزن الجاف (Yeoh & Truong ١٩٩٦). ويتكون حوالى ثلثا البروتين من الجلوبيولين، وهو يتميز بقيمة عالية نظرًا لاحتوائه على كميات جيدة من معظم الأحماض الأمينية الضرورية، ولكن يعيبه انخفاض محتواه من التربتوفان والأحماض الأمينية التى تحتوى على الكبريت.

وقد كانت غالبية جذور البطاطا البيضاء والباهتة خلوًا من أى نشاط لبادئات فيتامين أ (وهى البيتا كربتوزانثين β-cryptoxanthin، والألفا كاروتين alpha-carotene، والبيتا كاروتين β-carotene)، بينما يتراوح محتوى البيتا كاروتين فى الجذور ذات اللون الداخلى

الأصفر الباهت جدًا إلى البرتقالى القاتم ما بين ميكروجرام واحد، و١٩٠ ميكروجراماً لكل جرام من الوزن الجاف (Simonne وآخرون ١٩٩٣).

وتعتبر قشرة الجذر أغنى من الطبقات التى تليها فى كل من البروتين، والعناصر، وغيرهما من المكونات الغذائية غير الكربوهيدراتية.

وتحتوى جذور البطاطا الطازجة (غير المطبوخة) على مثبط للتربس trypsin inhibitor يقلل من هضم البروتين فى الجسم، إلا أن المثبط يتحطم عند إعداد البطاطا للأكل.

محتوى المواد الكربوهيدراتية بالجذور

التغيرات فى المحتوى الكربوهيدراتى المصاحبة لنمو الجذور وعلاجها وتخزينها

تحدث تغيرات فى تركيز كل من النشا والسكر وفى النسبة بينهما أثناء نمو الجذور. ففى البداية .. يكون تركيز النشا منخفضًا فى الجذور الصغيرة جدًا، ويظل منخفضًا خلال فترة النمو الخضرى السريع؛ بسبب استهلاك المواد الكربوهيدراتية المجهزة فى تكوين الأنسجة الجديدة. كذلك ينخفض محتوى السكريات الكلى خلال فترة النمو الخضرى السريع. ومع ازدياد الجذور فى الحجم يستمر انخفاض مستوى السكريات بينما يزداد محتوى النشا (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد درس Bonte وآخرون (٢٠٠٠) التغيرات التى تحدث فى محتوى المواد الكربوهيدراتية بجذور البطاطا خلال مراحل تكوينها، وذلك فى ستة أصناف، هى: بيوريجارد Beauregard، وهارت – أو – جولد Heart-o-Gold، وجول Jewel، وروجو بلانكو Rojo Blanco، وترافس Travis، وهوايت ستار White Star، وكانت النتائج كما يلى:

١- كان السكروز هو السكر الرئيسى خلال جميع مراحل تكوين الجذور، حيث مثّل ما لا يقل عن ٦٨٪ من السكريات الكلية كمتوسط عام لجميع الأصناف ومراحل النمو.

٢- احتوى الصنف هارت- أو - جولد على أعلى تركيز من السكروز عن جميع الأصناف الأخرى وفى جميع مراحل النمو.

٣- اختلف محتوى الجذور من الفراكتوز باختلاف الأصناف ومرحلة النمو.

٤- أظهر الصنف بيوجارد زيادة منتظمة فى محتوى الفراكتوز مع تقدم مراحل النمو، بينما أظهر الصنف هوايت ستار اتجاهًا عكسيًا.

٥- كانت التغيرات فى محتوى الجلوكوز مماثلة للتغيرات فى الفراكتوز.

٦- كانت العلاقة بين السكريات الأحادية، كما يلى:

الفراكتوز = (٠.٧٢٠٧ × الجلوكوز) + ٠.٠٢٤١

٧- ازداد الوزن الجاف ومحتوى المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول مع الوقت فى معظم الأصناف، وكانت العلاقة بينهما، كما يلى:

المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول = ٠.٠٠٠٨٩ × المادة الجافة.

ويقدر محتوى جذور البطاطا من مختلف المواد الكربوهيدراتية، كما يلى (عن Bonte وآخرين ٢٠٠٠).

المحتوى	المدى (٪)	ملاحظات
البطاطا النشوية (بيضاء إلى كريمية اللون من الداخل):		
المادة الجافة (ترتبط إيجابيًا بنسبة النشا)	٢٥-٣٥	تقل الصلاحية كغذاء بزيادة النسبة
السكريات الكلية	٢.٩-٣.٢	على أساس الوزن الطازج
السكروز	١.٣-٢.٥	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠.٤-٠.٧	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠.٤-١.٠	على أساس الوزن الطازج
أصناف المائدة (كريمية إلى برتقالية اللون من الداخل):		
المادة الجافة	١٧.٧-٢٦.٣	على أساس الوزن الطازج
النشا	١٣-٢٢	على أساس الوزن الطازج
السكريات الكلية	٤.٦-٥.٥	على أساس الوزن الطازج
السكروز	٢.٨-٤.١	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠.٣-١.٢	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠.٢-١.٥	على أساس الوزن الطازج

وبدراسة محتوى ستة أصناف من البطاطا من مختلف السكريات عند الحصاد، وبعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م، و٩٠٪ رطوبة نسبية، وبعد ٤٦ أسبوعًا من التخزين على ١٥,٦°م، كانت النتائج كما يلي:

١ - كان المالتوز هو السكر الرئيسي، والسكروز السكر الثانوي في كل الأصناف عند الحصاد.

٢ - انخفض تركيز المالتوز أثناء العلاج واستمر الانخفاض لفترة طويلة أثناء التخزين.

٣ - ازداد تركيز السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز أثناء العلاج واستمرت الزيادة لمدة لم تقل عن أربعة أسابيع أثناء التخزين وذلك في الأصناف ذات اللب البرتقالي.

٤ - كان تركيز السكروز أعلى – دائماً – عن تركيز السكريات الأخرى وحيدة التسكر.

٥ - اختلفت الأصناف في محتواها من مختلف السكريات، وفي التغيرات التي حدثت في تركيزاتها أثناء العلاج والتخزين (Picha ١٩٨٦ أ).

هذا .. وتبقى نسبة الفراكتوز إلى الجلوكوز ثابتة تقريبًا عند ٠,٤٤: ٠,٥٦ في معظم أصناف البطاطا أيًا ما كان التركيز الكلي للسكروز والفراكتوز والجلوكوز، ولكن توجد علاقة عكسية بين السكروز وكل من الجلوكوز والفراكتوز (Lewthwaite وآخرون ١٩٩٧).

ويتحول جزء كبير من النشا المخزن في جذور البطاطا أثناء شيها في الأفران إلى دكسترين ومالتوز بواسطة الإنزيمين ألفا أميليز، وبيتا أميليز. ومن السكرات الأخرى التي توجد في البطاطا المشوية السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز.

وبينما يكون لون شبس البطاطا فاتحًا بصورة مرغوبة بعد الحصاد مباشرة، حيث ينخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز في الجذور، فإن تخزين الجذور على أي من ٧، أو ١٥,٦، أو ٣٢°م يؤدي إلى زيادة محتواها من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز؛ مما يعمل على زيادة دكنة لون رقائق الشبس التي تُصنَّع منها. ولم يمكن تغيير تركيز السكر بالتحكم في درجة حرارة التخزين (Picha ١٩٨٦ ب).

الكثافة النوعية وعلاقتها بمحتوى الجذور من النشا والمواد الكربوهيدراتية الكلية

يمكن تمييز قيمتين للكثافة النوعية فى جذور البطاطا: الأولى هى الخاصة بالكثافة النوعية المعدلة Adjusted Specific Graviety، وهى الكثافة النوعية للأنسجة ذاتها بعد ملء الفراغات بين الخلايا intercellular spaces بالماء تحت تفريغ، والثانية هى الكثافة النوعية غير المعدلة unadjusted specific graciety. وقد فصَّل Kushman & Pope (١٩٦٨) طريقة تقدير الكثافة النوعية بنوعيها، وحجم المسافات البينية داخل أنسجة الجذور. كما توصل Kushman وآخرون (١٩٦٨) – أيضًا – إلى معادلات يمكن استخدامها فى حساب نسبة المادة الجافة فى الجذور، إذا ما عرفت كثافتها النوعية المعدلة، وهى كما يلى:

١- بالنسبة للجذور الحديثة الحصاد:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١.٦٦ + ٢١٦.١ (س-١).

٢- بالنسبة للجذور المعالجة لمدة ١٤ يومًا.

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١.٥٣ + ٢٢٢.١ (س-١).

٣- المتوسط العام لجميع الأصناف:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ٢.١٩ + ٢١٥.٤ (س-١).

حيث س = الكثافة النوعية المعدلة.

هذا .. وقد تباينت نسبتا النشا والسكريات الكلية (على أساس الوزن الطازج) فى ٧٥ صنفًا وسلالة من البطاطا فى مصر كما يلى:

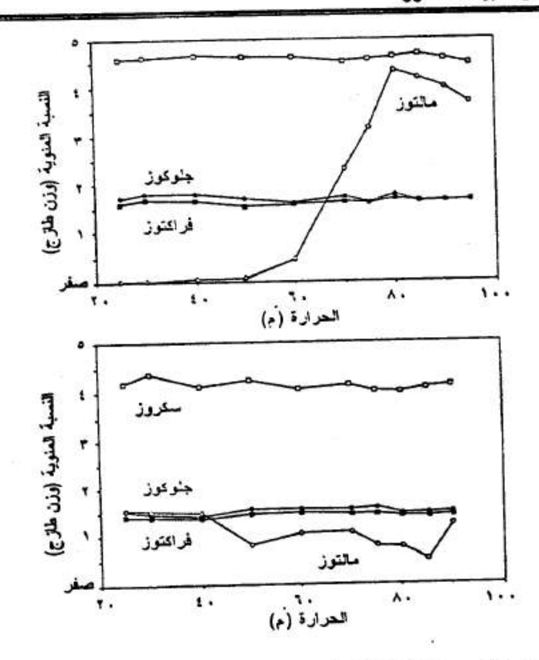
١- أصناف المائدة: نسبة النشا من ١٠.٢٩٪ إلى ١٦.٥٣٪، ونسبة السكريات الكلية من ٢.٧٧٪ إلى ٤.٦٥٪.

٢- الأصناف النشوية: نسبة النشا من ١٦.٦٠٪ – ٢٢.٧٢٪، ونسبة السكريات الكلية من ١.٦٩٪ إلى ٣.٢٣٪ وكان من بين الأصناف والسلالات المهمة التى أنتجت فى مصر، وتميزت باحتوائها على نسبة عالية من النشا.. كل من الصنف مبروكة الذى لم يزرع أبدًا لهذا الغرض، وانتشرت زراعته كصنف مائدة، والسلالتان ٦٢، و٢٦٦ اللتان أنتجتهما وزارة الزراعة، علمًا بأن السلالة الأخيرة تنتج حوالى ٣.٣ أطنان من النشا للفدان (عن Tawfik ١٩٧٤).

التغيرات فى المحتوى الكربوهيدراتى المصاحبة لشى الجذور فى الأفران

تحدث زيادة كبيرة فى تركيز السكر فى جذور البطاطا لدى تعرضها للحرارة العالية، وذلك من جرّاء التحلل السريع للنشا المخزن بها من خلال نظام الأميليز amylase system؛ مما يؤدى إلى إنتاج المالتوز maltose (شكل ٣-١). ويتضمن هذا التفاعل إنزيمين، هما: ألفا أميليز α-amylase (أو 1.4-α-D-glucan glucohydrolase)، وبيتا أميليز β-amylase (أو 1.4-α-D-glucan maltohydrolase). يترتب على نشاط إنزيم الألفا أميليز إنتاج الدكسترين وكميات قليلة من السكريات المختزلة التى من أهمها المالتوز. أما نشاط إنزيم البيتا أميليز فيترتب عليه إنتاج المالتوز. ويحدث التحلل بسرعة فائقة، حيث يكون أسرع بمقدار $١٠^{١٠}$ إلى $١٠^{١٢}$ مرة من سرعة التحلل بالـ proton catalysis باستعمال الأحماض، إلى درجة أن جزئ واحد من البيتا أميليز يمكنه تحليل ٢٥٠٠٠٠ رابطة جلوكوسيدية فى الدقيقة. وتتحدد درجة الحلاوة النهائية للبطاطا المشوية بكل من كميات ونوعيات السكريات التى تتواجد فى الجذور الطازجة، وبتركيز المالتوز الذى يتكون من خلال تحلل النشا أثناء الطهى. وبينما يكون المالتوز أقل حلاوة من السكريات المتواجدة أصلاً، فإن إنتاجه بكميات كبيرة يكسب البطاطا طعمها الحلو، كما يعد المالتوز هو السكر المفضل للبطاطا فى اختبارات التذوق (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

إن كمية المالتوز التى تتكون فى جذور البطاطا أثناء شيها تتوقف على درجة حرارة الشىّ. وأنسب مجال حرارى لنشاط الإنزيمين المسئولين عن إطلاق المالتوز هو ٧٠- ٧٥ ْم للألفا أميليز، و٥٠ ـ ٥٥ ْم للبيتا أميليز، وتلك حرارة أعلى بكثير مما يكفى لوقف نشاط معظم الإنزيمات النباتية. هذا .. ويزداد محتوى السكر الكلى فى جذور البطاطا أثناء شيها. ونظرًا لأن حرارة سطح الجذور الكاملة تكون دائمًا أعلى من حرارة المركز؛ لذا فإن كلاً من التحلل الإنزيمى وتوقف النشاط الإنزيمى يبدآن من الخارج ويتقدمان نحو المركز. ويزداد التركيز النهائى للمالتوز إذا وضعت الجذور فى فرن بارد ثم أشعل الفرن لترتفع حرارة الجذور ببطء، عما لو وضعت فى فرن ساخن مباشرة، حيث ترتفع فيه حرارة الجذور عن ٨٠ ْم فى خلال فترة وجيزة لا تسمح باستمرار التحلل الإنزيمى إلى حين إنتاج تركيز مقبول من المالتوز. ويحدث الشئ ذاته عند استعمال أفران الميكروويف فى شىّ البطاطا حيث يحدث التسخين فيها بسرعة شديدة وفى كل أنسجة الجذر فى وقت واحد، مما يؤدى إلى انخفاض مستوى المالتوز الناتج بشدة.



شكل (٣-١) : تأثير درجة الحرارة على التغيرات فى مستوى مختلف السكريات فى صنف البطاطا جول Jewel: (أ) – أثناء الشىّ فى الفرن، (ب) – أثناء الشىّ فى الفرن بعد سبق تعرضها للميكروويف لمدة دقيقتين (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

ونظرًا لأن أصناف البطاطا تتباين فى كل من محتوى جذورها الطازجة من السكريات وفى شدة نشاط ما بها من إنزيم البيتا أميليز المسئول عن تحلل النشا، فإنه يمكن توقع وجود أربع مجموعات من الأصناف، كما يلى:

١- أصناف فقيرة فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٢- أصناف فقيرة فى السكريات ونشطة فى تحلل السكر.

٣- أصناف فقيرة فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٤- أصناف فقيرة فى السكريات ونشطة فى تحلل النشا.

وتعتبر أصناف المجموعة الأخيرة أكثرها حلاوة بعد الطهى (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

المحتوى البروتينى للجذور

تختلف أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا فى محتواها من البروتين. وفيما يلى أمثلة لمدى التباين الذى وجد بين الأصناف فى بعض الدراسات:

١- تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) فى ٩٩ صنف من البطاطا من ١,٧٣٪ فى الصنف NC 235 إلى ٩,١٤٪ فى الصنف بورتو ريكو Puerto Rico. وتبين من تحليل الأحماض الأمينية وجود نقص واضح فى الحامض الأمينى تريبتوفان tryptophan، والأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت، إلا أن الأحماض الأمينية الضرورية الأخرى كانت موجودة بوفرة (Purcell وآخرون ١٩٧٢).

٢- تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الرطب) فى ٧٥ صنفا وسلالة تربية اختبرت فى مصر من ٠,٤٥٪ إلى ١,٠٦٪ وقد تراوحت النسبة من ٠,٦١٪ – ٠,٧٨٪ فى الصنف ١٧- ٨ (منجاوى)، ومن ٠,٤٨- ٠,٦٨٪ فى الصنف مبروكة (Tawfik ١٩٧٤).

٣- تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) فى ١٦ صنفا وسلالة من ٤,١٧٪ - ٦,٥١٪. ووجد أن نسبة البروتين تقل بمقدار ٠,٠٠٦٧٪ يوميًا، إلا أن معدل الزيادة فى المحصول كان ثلاثة أمثال معدل النقص فى نسبة البروتين، وهو ما يدل على أن الحصاد المبكر بغرض زيادة نسبة البروتين ليس إجراء عمليًا، او اقتصاديًا (Purcell وآخرون ١٩٧٦).

محتوى الكاروتين بالجذور

تتباين أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا فى محتواها من الكاروتين، ففى دراسة أجريت على ٧٥ صنفا وسلالة فى مصر.. تراوحت النسبة (على أساس الوزن الرطب) من آثار إلى ١,٢٧ ملليجرام/جم فى الأصناف النشوية البيضاء، ومن ٥,٥٢ إلى ١٥,١٤ ملليجرام/جم فى أصناف المائدة الصفراء والبرتقالية. ويقدر محتوى الكاروتين (بالملليجرام لكل جرام من

الجذور الطازجة) بنحو ٠.٢٥ فى الصنف الإسكندرانى، و٦.٠ فى الصنف بورتو ريكو، و١٢.٠ فى الصنف جولدرش Goldrush، و١٧.٠ فى الصنف سينتينيال Centennial، و٢١.٣٧ فى السلالة المنتخبة محليًا ١-١. ويشكل البيتا كاروتين أكثر من ٨٥٪ من الكاروتينات الكلية التى تضم كلاً من : الفيتوين phytoene، والفيتوفلوين Phytofluene، والزيتا كاروتين.

كما تراوح محتوى جذور البطاطا لعدد من الأصناف ذات اللب البرتقالى فى هاواى بين ٣.٦، و١٣.١ مجم/١٠٠جم للبيتا كاروتين، وبين ٣.٠، و١.٥ مجم/١٠٠ جم للألفا كاروتين، كما تراوح محتوى الألياف بين ٢.٠١، و٣.٨٧ جم/١٠٠جم (Huang وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. وتختلف نسبة الكاروتين من جذر لآخر على النبات نفسه بمقدار ٤٧٪ إلى ٨٢٪، كما تختلف فى أجزاء الجذر المختلفة؛ فهى تكون أعلى ما يمكن فى الطرف القاعدى (المتصل بالنبات)، وتقل باتجاه الطرف الآخر، وتزيد فى المركز عنه فى الأجزاء الخارجية للجذر (عن Tawfik ١٩٧٤).

ويرتبط محتوى الجذور من الكاروتين بعدد من الصفات الأخرى. والارتباط إيجابى، ويقدر بنحو ٠.٥٧ مع نسبة الرطوبة، و٠.٦٥ مع نسبة السكريات الكلية بالجذور. كما يوجد ارتباط سلبى يقدر بنحو -٠.٦٩ بين محتوى الجذور من الكاروتين ونسبة النشا بها. هذا.. بينما لم يظهر ارتباط بين محتوى الجذور من الكاروتين، وأى من نسبة البروتين، أو نسبة الألياف، أو نسبة الرماد بها (Stino وآخرون ١٩٧٧).

وقد ثبت من تجارب التطعيم التى أجراها Miller & Gaafar عام ١٩٥٨ (عن مرسى وآخرين ١٩٦٠) أن الكاروتين يصنع فى الجذور. ويبدو أن تمثيل الكاروتين فى الجذور يستمر لمدة بعد الحصاد، وتختلف الأصناف فى هذا الشأن.

محتوى أوراق البطاطا من الفيتامينات

تحتوى أوراق البطاطا على فيتامينات C، وE، وK، وبيتا كاروتين. هذا .. ولا يقلل كثيرًا تكرار حصاد الأوراق من محتواها من تلك الفيتامينات (Yoshimoto وآخرون ٢٠١١).

الجـزر

يزرع الجزر لأجل السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl، والجزء العلوى المتضخم من الجذر. ويستعمل هذا الجزء (الذى يسمى مجازًا باسم الجذر) طازجًا، ومطهيًا، وفى عمل الحساء، والمخللات، والمربات.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجذور الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٨,٢ جم رطوبة، و٤٢ سعرًا حراريًا، و١,١ جم بروتينًا، و٠,٢ جم دهونًا، و٩,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و١,٠ جم ألياف، و٠,٨ جم رمادًا، و٣٧ مجم كالسيوم، و٣٦ مجم فوسفورًا، و٠,٧ مجم حديدًا، و٤٧ مجم صوديوم، و٣٤١ مجم بوتاسيوم، و٣٣ مجم مغنيسيوم، و١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٦ مجم ثيامين، و٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و٠,٦ مجم نياسين، و٨ مجم حامض الأسكوربيك. ويتضح من ذلك أن الجزر من الخضر الغانية جدًا بفيتامين أ، والنياسين، كما يعد متوسطًا فى محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية والكالسيوم، وهو يمد الفرد العادى (فى الولايات المتحدة) بنحو ١٤٪ من احتياجاته اليومية من فيتامين أ. ويحتوى الجزر فى المتوسط على ٩٠ جزءًا فى المليون من الصبغات الكاروتينية، يوجد نحو ٢٠٪ منها على صورة ألفا كاروتين، و٥٠٪ على صورة بيتا كاروتين، وصفر – ٢٠٪ منها على صورة زيتا كاروتين، وصفر – ٢٠٪ منها على صورة ليكوبين، وصفر – ١٠٪ منها على صورة جاما كاروتين.

وتختلف أصناف الجزر كثيرًا فى محتواها من فيتامين أ، حيث يتراوح المدى من ٢٢٠٠ – ٤٧٠٠ وحدة دولية/١٠٠جم من الجذور الطازجة (أو حوالى ١٣٠٠ – ٢٨٠٠ ميكروجرام كاروتين/١٠٠جم). ويحتوى الصنف إمبيراتور Imperator – وهو أحد الأصناف المهمة التى تستهلك طازجة – على ١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ/١٠٠جم، ويزيد محتواه من الفيتامين إذا ترك دون حصاد، بعد وصوله إلى طور النضج المناسب للاستهلاك. ويعد الصنفان: شانتناى Chantenay، ودانفرز Danvers من أصناف التصنيع الرئيسية، إلا أنهما يستعملان طازجين أيضًا، ويختلف محتواهما من فيتامين أ كثيرًا حسب مرحلة النضج المناسبة لأى من طريقتى الاستعمال كما يلى (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

الصنف	فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠جم) في مرحلة النضج المناسبة	
	للاستهلاك الطازج	للتصنيع
شانتناى	٧٠٠٠	١٧٠٠٠
دانفرز	١٢٠٠٠	٣٨٠٠٠

وتحتوى بعض الأصناف الحديثة من الجزر على ٢-٤ أضعاف محتوى الأصناف العادية من الكاروتين، ومن أمثلتها: Beta III ، وIngot.

ولقد أمكن التعرف على أربعة كاروتينات رئيسية فى جذور الجزر، وحُددت كمياتها بالـ HPLC، ووجد أن طرز الجزر عالية الكاروتين تحتوى على أعلى تركيز من الكاروتينات الكلية. وباستثناء الطرز البيضاء، فإن كل أصناف الجزر تُعد مصدرًا هامًا وجوهريًا للكاروتينات. وأظهر التقييم الحِسِّى تفضيل الطرز عالية الكاروتين والطرز البيضاء على كل من الطرز الصفراء والحمراء والقرمزية فى كل من اختبارى التقييم التى لا يُرى فيها لون العينات للمقيمين (blind) وتلك التى يُرى فيها لون العينات (nonblind). هذا .. إلاّ أن كل طرز الجزر كانت مقبولة من قبل المقيمين (Surles وآخرون ٢٠٠٤).

وتحتوى جذور الطرز الحمراء من الجزر على الليكوبين بالإضافة إلى كل من الألفا والبيتاكاروتين. وبينما يحتفظ البيتاكاروتين بوضعيته فى تكوين فيتامين أ، فإن التيسر البيولوجى لليكوبين فى الجزر يُعد أقل نسبيًا مما فى الطماطم (Mills وآخرون ٢٠٠٧).

القلقاس

يزرع القلقاس فى مصر لأجل كورماته التى تؤكل بعد طهيها، ولكنه يستعمل فى المناطق الاستوائية لأغراض أخرى شتى، مثل: استخدامه طازجًا فى السلطات، وطهى الأوراق الصغيرة، واستعمال البراعم الصغيرة النابتة قبل تفتح أوراقها، كما يستخرج النشا من الكورمات. ففى كثير من المناطق الاستوائية تقطف أوراق القلقاس الحديثة وتؤكل مثل السبانخ (Sankat وآخرون ١٩٩٥). يبدأ حصاد الأوراق الحديثة بعد ٥٠ يومًا من الزراعة، ويستمر كل ١٤ يومًا لمدة ثلاثة شهور، ثم يتوقف الحصاد لمدة شهرين، ليبدأ بعد ذلك ويستمر كل ٢١ يومًا حتى نهاية موسم النمو. يبلغ محصول الأوراق التى يتم حصادها بهذه الطريقة حوالى ١٤ طنًا للفدان (Zarate وآخرون ١٩٩٧). ولمزيد من التفاصيل عن استعمالات القلقاس .. يراجع Kay (١٩٧٣).

تخزن المواد الكربوهيدراتية فى كورمات القلقاس على صورة نشا، وجلوكوز، وفراكتوز، وسكروز، علمًا بأن أكثر الصور تواجدًا النشا، وأقلها الجلوكوز (Fasidi ١٩٩٤). وتزيد نسبة النشا فى كورمات القلقاس عما فى جذور البطاطا، أو درنات البطاطس، وتتساوى نسبة البروتين تقريبًا فى كل من القلقاس والبطاطس.

ويحتوى كل ١٠٠جم من الجزء الصالح للاستهلاك من كورمات القلقاس على المكونات الغذائية التالية: ٧٣ جم رطوبة، و٩٨ سعرًا حراريًا، ١,٩ جم بروتينًا، و٠,٢ جم دهونًا، و٢٣,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم أليافًا، و١,٢ جم رمادًا، و٢٨ مجم كالسيوم، و٦١ مجم فوسفورًا، و١ مجم حديدًا، و٧ مجم صوديوم، و٥١٤ مجم بوتاسيوم، و٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,١٣ مجم ثيامين، و٠,٠٤ مجم ريبوفلافين، و١,١ مجم نياسين، و٤ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح مما تقدم أن القلقاس من الخضر الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية والنياسين، كما يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفوسفور والحديد.

وتزداد نسبة المادة الجافة فى كورمات القلقاس من الطرف القمى نحو الطرف القاعدى، ومن وسط الكورمة نحو خارجها. ويتماثل توزيع النشا مع توزيع المادة الجافة، بينما يكون توزيع النيتروجين والفوسفور بها على عكس المادة الجافة (عن مرسى والمربع ١٩٦٠).

بنجر المائدة

يزرع بنجر المائدة لأجل جذوره التى تؤكل مسلوقة، وتستعمل فى إكساب المخللات لونًا أحمر جذابًا. يحتوى كل ١٠٠جم من جذور البنجر على المكونات الغذائية التالية: ٨٧,٣ جم رطوبة، ٤٣ سعرًا حراريًا، و١,٦ جم بروتينًا، و٠,١ جم دهونًا، و٩,٩ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم أليافًا، و١,١ جم رمادًا، و١٦ مجم كالسيوم، و٣٣ مجم فوسفورًا، و٠,٧ مجم حديدًا، و٦٠ مجم صوديوم، و٣٣٥ مجم بوتاسيوم، و٢٥ مجم مغنيسيوم، و٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٣ مجم ثيامين، و٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، ٠,٤ مجم نياسين، و١٠ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن البنجر يعد من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والمتوسطة فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية، ولكنه يعد فقيرًا فى محتواه من العناصر الغذائية الأخرى.

كذلك يحتوى البنجر (مقارنة بالخضروات الأخرى، مثل: الجزر، والفاصوليا الخضراء، والقنبيط، والأسبرجس، والخيار، والباذنجان، والفلفل، والبسلة الخضراء، والكوسة، والبطاطا) على تركيزات عالية نسبيًا من حامض الفوليك (فيتامين ب، B_9) الحر والمرتبط سواء أكان البنجر طازجًا أم مطهيًا. وقد تراوحت تقديرات الحامض (على أساس الوزن الطازج) بين ٣٢.٤، و٨٨.٧ ميكروجرام/١٠٠جم فى صورته الحرة، وبين ٥٢، و١١٨ ميكروجرام/١٠٠جم بالنسبة لمحتواه الكلى. وبذا .. فإن بنجر المائدة يعد من أهم محاصيل الخضر كمصدر لهذا الحامض الذى يعتبر واحدًا من العشرة فيتامينات الرئيسية التى يحتاجها الإنسان فى غذائه (Wang & Goldman ١٩٩٦، و١٩٩٧ أ).

ويزيد تركيز حامض الفوليك الحر فى النموات الورقية عما فى الجذور، كما يزداد تركيز الحامض بزيادة عمر النباتات من ٦٠ إلى ١٠٠ يوم بعد الزراعة، وقد كانت تلك الزيادة خطية فى الجذور، بينما كانت الزيادة فى الأوراق حادة بين اليوم الستين واليوم الثمانين بعد الزراعة، ثم انخفضت بشدة بعد ذلك فى اليوم المائة (Wang & Goldman ١٩٩٧ ب).

كذلك يستعمل البنجر كمصدر طبيعى للصبغات الأنثوسيانينية الحمراء.

الطرطوفة

يحتوى كل ١٠٠جم من درنات الطرطوفة على المكونات الغذائية التالية: ٧٩.٨ جم رطوبة، و٢.٣ جم بروتينًا، و٠.١ جم دهونًا، و١٦.٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٨ جم أليافًا، و١.١ جم رمادًا، و١٤ مجم كالسيوم، و٧٨ مجم فوسفورًا، و٣.٤ مجم حديدًا، و٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٢ مجم ثيامين، و٠.٠٦ مجم ريبوفلافين، و١.٣ مجم نياسين، و٤ مجم حامض الأسكوربيك. يتضح من ذلك أن الطرطوفة من الخضر الغنية — نسبيًا — بالحديد، والفوسفور، والثيامين، والنياسين. وتوجد معظم المواد الكربوهيدراتية فى درنات الطرطوفة الحديثة الحصاد على صورة إنيولين inulin، يتحول بالتدريج إلى سكر أثناء التخزين، لذا .. فإن عدد السعرات الحرارية التى توجد بكل ١٠٠ جم من الدرنات يتراوح من ٧ سعرات — فى الدرنات الحديثة الحصاد — إلى ٧٥ سعرًا حراريًا بعد التخزين لفترة طويلة (Watt & Merrill ١٩٦٣).

وتعتبر الطرطوفة الحديثة الحصاد غذاءً مناسبًا لمرضى السكر، وذلك لأن الإنيولين – وهو الصورة الرئيسية للمواد الكربوهيدراتية المخزنة بالدرنات (حوالى ٧٥٪ منها) – عبارة عن مركب ذى وزن جزيئى صغير. يعطى عند تحلله سكر الفراكتوز. كما يمكن أن تستخدم الدرنات فى تصنيع الكحول الذى ينتج بنسبة ٧٪ - ٨٪ من وزن الدرنات عند تخمرها (Sachs وآخرون ١٩٨١، وChekroun وآخرون ١٩٩٧).

وقد بلغ متوسط محصول الدرنات فى ست سلالات منتخبة من الطرطوفة – فى هولندا – حوالى ٥٠ طنًا للهكتار (٢١ طن للفدان)، وتراوح محتواها من الإنيولين inulin بين ١٦٪، و١٨٪، مقارنة بنحو ١٣٪ - ١٥٪ فى درنات الصنف القياسى Columbia، أى أن إنتاجها من الإنيولين بلغ حوالى ٧-٨ أطنان للهكتار (٢,٩- ٣,٤ أطنان للفدان) مقارنة بحوالى ٦ أطنان للهكتار (٢,٥ طن للفدان) للصنف القياسى Columbia (Toxopeus وآخرون ١٩٩٤).

كذلك تستخدم الطرطوفة كغذاء للحيوانات الزراعية وكمحصول علف.

وقد بلغ المحتوى البروتينى للعصير الخلوى المستخلص من نباتات الطرطوفة ٠,٧ طنًا للهكتار (٠,٣ طنًا للفدان)، بينما بلغ إنتاج الكحول الإثيلى ١١٠٠٠ لترًا للهكتار (٤٦٢٠ لترًا للفدان)، وهو ما يعنى إمكان استغلال المحصول فى إنتاج المركزات البروتينية للحيوانات، وفى إنتاج الكحول (Ercoli وآخرون).

وللطرطوفة استخدامات صناعية عديدة نذكر منها ما يلى (Parameswaran ١٩٩٤):

١- تستعمل الدرنات والنموات الخضرية كمصدر للكحول الإثيلى (للاستعمال فى وسائل النقل).

٢- تستخدم بقايا التخمر كعليقة حيوانية غنية بالبروتين.

٣- يستخرج منها الإنيولين inulin ومركبات كربوهيدراتية أخرى لأجل إنتاج الليسين lysine كإضافات للعلائق.

٤- إنتاج حامض الستريك.

٥- إنتاج مركزات غنية بالفراكتوز أو الفراكتوز المتبلور للاستعمال فى التحلية، علمًا بأن الدرنات تحتوى على ٧٥٪ – ٨٠٪ فراكتوز على أساس الوزن الجاف.

٦- إنتاج المركبات الصيدلانية؛ فالإنيولين يدخل فى تركيب عديد من المركبات إما كمادة حاملة لها، وإما مقترنًا بها.

٧- تُستخدم النموات الهوائية والدرنات إما كعلف طازج Fodder أو محفوظ فى سَلوة silage.

الخضر البصلية

البصل

استعمالات البصل ومنتجاته

يزرع البصل لأغراض متنوعة، فقد يستعمل طازجًا كبصل أخضر، وقد تستعمل أبصاله طازجة، أو مطبوخة، أو كمخللات، أو مع الأغذية المجهزة، أو مجففة، كما يصنع منه ملح البصل وزيت البصل.

وتتوفر أصناف مختلفة تناسب الاستعمال الذى يزرع من أجله المحصول. فمثلاً.. تستعمل أصناف غير حريفة لأجل الاستهلاك الطازج، تكون أبصالها – عادة – كبيرة الحجم تناسب تجهيزها على صورة حلقات. هذا .. بينما تستعمل لأجل التخليل أصناف ذات أبصال صغيرة، كما تستعمل أصناف خاصة لأجل السلطات، وأخرى لأجل إنتاج تجمعات كثيرة من الأبصال الصغيرة.

وتفضل عند تجفيف البصل الأصناف البيضاء ذات النكهة القوية، والمحتوى العالى من المادة الجافة التى تصل إلى ١٧٪ - ٢٠٪ بدلاً من النسبة العادية التى تتراوح بين ١٠٪ و١٢٪، وكذلك الأبصال الكروية، أو الكروية الطويلة قليلاً ليسهل تشذيبها، وأن يتراوح قطرها بين ٥ سم و٦ سم، وأن تكون ذا قدرة تخزينية عالية. ومن أهم أصناف التجفيف هوايت كريول White Creole، وسوث بورت هوايت جلوب Southport White Globe، وجرانو Grano. هذا .. ويعرف ما لا يقل عن إثنى عشر نوعًا من منتجات البصل المجفف، منها: المسحوق، والمبرغل، والخشن، والمطحون، والمبشور بدرجاته المختلفة، والشرائح، والمقطع... إلخ.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من البصل المجفف على ٥ جم رطوبة، و٣٤٧ سعرًا حراريًا، و١٠,١ جم بروتينًا، و١,١ جم دهونا، و٨٠,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٥,٧ جم أليافا، و٣,٢ جم رمادًا، و٣٦٣ مجم كالسيوم، و٣ جم حديدًا، و١٢٢ مجم مغنيسيوم، و٣٤٠ مجم فوسفورًا، و٩٤٣ مجم بوتاسيوم، و٥٤ مجم صوديوم، وملليجرامين زنك، بالإضافة إلى ١٥ مجم حامض أسكوربيك.

ويُحضّر ملح البصل onion salt، وذلك بتحميل ونشر الزيوت الأساسية للبصل على مادة حاملة مناسبة، مثل الدكستروز، أو السكر، أو الملح، مع خلطهما جيدًا للحصول على مخلوط متجانس. ويحتوى كل ١٠٠ جم من ملح البصل على نحو ١,٣ جم رطوبة، و٢,٥ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٢٠,٢ جم مواد كربوهيدارتية، و١,٤ جم أليافا، و٧٥,٦ مجم رمادًا يضم مختلف العناصر.

ويُحصّل على زيت البصل بتقطير البصل المفروم، وتتراوح نسبته بين ٠,٠٠٢٪ و٠,٠٣٪ من البصل الطازج، ويوازى الجرام الواحد من زيت البصل – فى قوته فى إعطاء النكهة المميزة للبصل – ٤,٤ كجم من البصل الطازج، أو نحو ٥٠٠ جم من مسحوق البصل. ويستعمل زيت البصل فى بعض الصناعات الغذائية.

ويُحصّل على عصير البصل من البصل الطازج بعد تسخينه إلى حرارة ١٤٠ إلى ١٦٠°م لفترة قصيرة جدًا، ثم تبريده سريعًا إلى ٤٠°م، ويلى ذلك تركيز المستخلص إلى أن يصل البصل محتواه من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٧٢٪ - ٧٥٪ ليمكن حفظه من التلف بسهولة. ويحتوى العصير على كل مكونات النهكة والطعم المميزين للبصل، بعكس زيت البصل الذى قد يُفقد منه بعض المواد الطيارة أثناء عملية التقطير. وتبلغ قوة عصير البصل – فى إعطاء النهكة المميزة للبصل – ١٠ أضعاف قوة مسحوق البصل، ونحو ١٠٠ ضعف قوة البصل الطازج.

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف منتجات البصل التى تُجَهّز صناعيًا، وطرق تصنيعها، وخصائصها... يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ أ).

القيمة الغذائية

يوضح جدول (٣-٦) كميات العناصر الغذائية التى توجد فى ١٠٠جم من الجزء المستخدم فى الغذاء من كل من البصل الجاف والبصل الأخضر، علمًا بأن نسبة الفاقد تصل إلى حوالى ٩٪

للحراشيف، و٤٪ للجذور (Watt & Merrill ١٩٦٣، وFenwick & Hanley ١٩٩٠ب). ويتضح من الجدول كذلك أن بصل الرؤوس يعد متوسطًا فى محتواه من المواد الكربوهيدراتية، وعنصر الكالسيوم، إلا أنه فقير فى باقى العناصر الغذائية. أما البصل الأخضر، فإنه غنى فى عنصر الكالسيوم، ومتوسط فى محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية، والحديد، والثيامين، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك (فيتامين ج)، ولكنه فقير فى باقى العناصر الغذائية.

جدول (٣-٦)

كميات العناصر التى تتوفر فى ١٠٠جم من كل من البصل الجاف (بصل الرؤوس)، والبصل الأخضر

العنصر الغذائى	البصل الجاف	البصل الأخضر
الرطوبة (جم)	٨٩.١	٨٩.٤
السعرات الحرارية	٣٨	٣٦
البروتين (جم)	١.٥	١.٥
الدهون (جم)	٠.١	٠.٢
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٨.٧	٨.٢
الألياف (جم)	٠.٦	١.٠
الرماد (جم)	٠.٦	٠.٧
الكالسيوم (مجم)	٢٧	٥١
الفوسفور (مجم)	٣٦	٣٩
الحديد (مجم)	٠.٥	١
الصوديوم (مجم)	١٠	٥
البوتاسيوم (مجم)	١٥٧	٢٣١
المغنيسيوم (مجم)	١٢	–
فيتامين أ (وحدة دولية)	آثار	٢٠٠٠
فيتامين د (مجم)	صفر	صفر
الثيامين (مجم)	٠.٣	٠.٠٦
الريبوفلافين (مجم)	٠.٠٥	٠.١١
حامض النيكوتنك (مجم)	٠.٢	٠.٥
حامض الأسكوربيك (مجم)	١٠	٢٩
فيتامين E (مجم)	آثار	–

(يتبع)

تابع جدول (٣-٦)

العنصر الغذائي	البصل الجاف	البصل الأخضر
فيتامين B_6 (مجم)	٠,١	–
فيتامين B_{12} (مجم)	صفر	–
حامض الفوليك (ميكروجرام)	١٦	–
البيوتين (ميكروجرام)	٠,٩	–
حامض البانتوثنيك (مجم)	٠,١٤	–
الرتينول **Retinol** (ميكروجرام)	–	٢٥
الأحماض الأمينية (بالملليجرام لكل منها)		
أيزوليوسين	٢,٥	–
ليوسين	٧,٩	–
ليسين	١٠,٥	–
مثيونين	٠,٥	–
فنيل آلانين	٨,٩	–
تيروزين	١٦,٢	–
ثريونين	١٥٤	–
تربتوفان	آثار	–
فالين	٦,٥	–
أرجنين	١٤٤,٢	–
هستيدين	١١,٦	–
آلانين	٦,١	–
حامض أسبرتك + حامض جلوتامك	٣٩١	–
جليسين	–	–
برولين	٢,٨	–
سيرين	١٦,٦	–

الكاروتينات فى البصل اليابانى الأخضر

بدراسة محتوى ١٢ سلالة من البصل اليابانى الأخضر *Allium fistulosum* (وهو نوع من البصل الأخضر) وجدت بأوراقه عدة كاروتينات شملت ما يلى:

β-carotene	**antheraxanthine**
neoxanthin	**lutein**
	violaxanthine

ولم يختلف المحتوى الكاروتينى أو محتوى الكلوروفيل بين السلالات (Kopsell وآخرون ٢٠١٠).

الثوم

يعد الثوم من الخضر الغنية بالقيمة الغذائية، ولكنه لا يستهلك إلا بكميات ضئيلة؛ ولذا فإنه لا يعتمد عليه كمصدر لأى من العناصر الغذائية. يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للأكل من الثوم على ٦١.٣ جم ماء، و١٣٧ سعرًا حراريًا، و٦.٢ جم بروتين، و٠.٢ جم دهون، و٣٠.٨ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٥ جم ألياف، و١.٥ جم رماد، و٢٩ ملليجرام كالسيوم، و٢٠٢ ملليجرام فوسفور، و١.٥ ملليجرام حديد، و١٩ملليجرام صوديوم، و٥٢٩ ملليجرام بوتاسيوم، و٣٦ ملليجرام مغنيسيوم، وآثار من فيتامين أ، و٠.٢٥ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٨ ملليجرام ريبوفلافين، و٠.٥ ملليجرام نياسين، و١٥ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويتضح من ذلك أن الثوم غنى بكل من المواد الكربوهيدراتية، والنياسين، وعنصر الفوسفور، كما أنه يحتوى على كميات جيدة من كل من البروتين، والكالسيوم، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. هذا.. وتبلغ نسبة الفاقد عند تجهيز الثوم نحو ١٢٪، ويتمثل ذلك فى القشور الخارجية المغلفة للرأس.

ويعتبر الثوم من أكثر النباتات تحملاً للتركيزات العالية من اليود فى وسط الزراعة، وبذا يمكنه امتصاص تركيزات عالية نسبيًا من العنصر؛ ليصبح من الأغذية الغنية باليود. وقد وجد Pel & Schüttelkopf (١٩٩٥) أن فصوص ونباتات الثوم تحملت تركيزات من اليود وصلت

إلى ٢٠٠ميكروجرام/جرام من التربة، حيث لم تُبد البادرات أى تأثر بزيادة تركيز اليود حتى ذلك المستوى بينما ضعف إنبات البذور، وتشوهت وماتت البادرات فى السبانخ، والفجل، والفاصوليا، والقمح فى تركيزات أقل من ١٠ ميكروجرام/جرام من التربة. وقد وصل تركيز العنصر فى فصوص الثوم إلى ٠,٠٢٦ ميكروجرامًا/جرام وزن طازج عندما كان نمو النباتات فى تربة تحتوى على اليود بتركيز ميكروجرام واحد/جرام، وازداد تركيز اليود فى الفصوص خطيًا بزيادة تركيز العنصر فى التربة عن ذلك المستوى.

الخضر الورقية

الخس

يزرع الخس لأجل أوراقه التى تركل طازجة، وهو يعد أحد محاصيل السلطة Salad Crops. يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الخس الرومين – وهو الأكثر شيوعًا فى الوطن العربى – على المكونات الغذائية التالية: ٩٤ جم رطوبة، و١٨ سعرًا حراريًا، و١,٣ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٣,٥ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٧ جم أليافًا، و٠,٩ جم رمادًا، و٦٨ مجم كالسيوم، و٢٥ مجم فوسفورًا، و١,٤ مجم حديدًا، و٩ مجم صوديوم، و٢٦٤ مجم بوتاسيوم، و١١ مجم مغنيسيوم، و١٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٥ مجم ثيامين، و٠,٠٨ مجم ريبوفلافين، و٠,٤ مجم نياسين، و١٨ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

مما تقدم يتضح أن الخس من محاصيل الخضر الغنية جدًا بالنياسين، ويعد غنيًا – نسبيًا – بالكالسيوم، ومتوسطًا فى محتواه من الحديد، وفيتامين أ، والريبوفلافين.

هذا .. وتتباين طرز الخس فى محتوى أوراقها من بعض العناصر الغذائية، كما يظهر فى جدول (٣-٧) الذى يتضح منه الانخفاض النسبى لطراز خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة السهلة التقصف فى مختلف العناصر الغذائية، والارتفاع النسبى لكل من طراز الأوراق ذات المظهر الدهنى فى الحديد والبوتاسيوم، وطراز الرومين والطراز الورقى فى كل من الكالسيوم والبوتاسيوم وفيتامين أ وحامض الأسكوربيك، وينفرد طراز الرومين بارتفاع محتواه من الفوسفور. وبالمقارنة بكل من الهندباء والشيكوريا نجد أن الهندباء تفوق الخس بكل طرزه فى

الفوفسور، والبوتاسيوم، وفيتامين أ، بينما تتفوق الشيكوريا على الجميع فى محتواها من جميع العناصر الغذائية.

جدول (٣-٧)

مقارنة بين طرز الخس، والهندباء، والشيكوريا الخضراء فى محتواها من بعض العناصر الغذائية (Ryder ١٩٩٩)

المحصول والطراز	المعادن (مجم/١٠٠جم وزن طازج)				فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠جم)	حامض أسكوربيك (مجم/١٠٠جم)
	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	البوتاسيوم		
الخس						
Crisphead	٢٢	٢٦	١.٥	١٦٦	٤٧٠	٧
Butterhead	٣٥	٢٦	١.٨	٢٦٠	١٠٦٥	٨
Romaine	٤٤	٣٥	١.٣	٢٧٧	١٩٢٥	٢٢
Leaf	٦٨	٢٥	١.٤	٢٦٤	١٩٠٠	١٨
الهندباء	٦٦	٤١	١.٣	٣٠٤	٢١٤٠	٨
الشيكوريا الخضراء	٩٣	٤٣	٠.٩	٤٢٠	٤٠٠٠	٢٤

ورغم أن الخس يأتى ترتيبه السادس والعشرين فى القيمة الغذائية بين محاصيل الخضر والفاكهة الرئيسية، إلا أن استهلاكه بكميات كبيرة – نسبيًا – يقفز به إلى المركز الرابع بعد الطماطم، والبرتقال، والبطاطس من حيث الأهمية الغذائية (بالنسبة للمستهلك الأمريكى).

هذا .. وتوجد استعمالات أخرى أقل أهمية للخس. فتصنّع من أوراقه سجائر خالية من النيكوتين، وتعد بذور أحد طرزه الشائعة فى مصر مصدرًا لزيت صالح للاستعمال، ويستخرج من اللبن النباتى للنوع *L. virasa* L. أحد العقاقير المنومة (عن Ryder ١٩٨٦).

ومع اكتمال تكوين رؤوس الخس فى خمسة أصناف من طراز الـ Iceberg.. كان محتواها من مختلف العناصر الغذائية، كما يلى (لكل ١٠٠جم وزن طازج): ١.٩± ٠.٥ مجم حامض أسكوربيك، و٣٤ ± ٠.٠٧ مجم بيتا كاروتين، و٤١ ± ٠.٠٧ مجم ليوتين lutein،

و١,٢٣ ± ٠,١٧ مجم سكريات مختزلة. وقد انخفض محتوى الخس من جميع تلك المكونات الغذائية مع تقدم النباتات فى التكوين باستثناء السكريات المختزلة التى ازداد محتواها (Drews وآخرون ١٩٩٧).

السبانخ

تزرع السبانخ لأجل أوراقها التى تؤكل مطبوخة، أو مسلوقة، ويحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق السبانخ على المكونات الغذائية التالية: ٩٠,٧ جم رطوبة، و٢٦ سعرًا حراريًا، و٣,٢ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٤,٣ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٦ جم أليافًا، و١,٥ جم رمادًا، و٩٣ مجم كالسيوم، و٥١ مجم فوسفورًا، و٣,١ مجم حديدًا، و٧١ مجم صوديوم، و٤٧٠ مجم بوتاسيوم، و٨٨ مجم مغنيسيوم، و٨١٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,١ مجم ثيامين، و٠,٢ مجم ريبوفلافين، و٠,٦ مجم نياسين، و٥١ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). وبذا يمكن اعتبار السبانخ من الخضر الغنية بفيتامينات: أ، ج (حامض الأسكوربيك)، والريبوفلافين، وعناصر الحديد والكالسيوم. إلا أن الكالسيوم الذى يوجد فى السبانخ يتحد مع حامض الأوكساليك – الذى يتوفر بها أيضًا – ليكون أوكسالات الكالسيوم، وهى ملح غير ذائب، فلا يستفيد الجسم مما يتوفر فى السبانخ من كالسيوم.

ولقد وجد ارتباط معنوى بين محتوى أوراق السبانخ من البيتاكاروتين ومحتواها من الكلوروفيل (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وتعد السبانخ من أفضل المصادر الغذائية لفيتامين K، حيث تحتوى على المائدة البادئة لهذا الفيتامين – وهى: phylloquinone – بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج. ومن الخضر الأخرى الغنية بهذا الفيتامين: البقدونس، والشبت، والكرنب بروكسل (Koivu وآخرون ١٩٩٩).

كما تعتبر السبانخ مصدرًا جيدًا لحامض الفوليك (فيتامين ب٩) (Cossins ٢٠٠٠).

وتبين أن محتوى السبانخ من البيتاكاروتين ينخفض جوهريًا عند الفجر، ثم يزداد ويبقى عاليًا نسبيًا حتى الغسق؛ ولذا يوصى بعدم إجراء الحصاد مبكرًا فى الصباح حينما يكون مستوى البيتاكاروتين منخفضًا (Oyama وآخرون ٢٠٠٠).

كما أمكن زيادة نسبة البروتين فى أوراق السبانخ بزيادة مستوى التسميد الآزوتى. وقد كان ذلك مصحوبًا بنقص فى محتوى الأوراق من الحامض الأمينى مثيونين methionine، ومن ثم .. انخفضت نوعية البروتين؛ لأنه من الأحماض الأمينية الضرورية (Arthey ١٩٧٥).

ويستدل من دراسات Babic & Watada (١٩٩٨) أن مسحوق السبانخ المجفد (أى المجفف تحت تفريغ تنخفض معه درجة الحرارة إلى ما دون الصفر freeze-dried) يثبط نمو ثلاثة أنواع من الجنس البكتيرى *Listeria*، علمًا بأن بعض أنواع هذا الجنس – مثل *L. monocytogenes* – تحدث تسممًا غذائيًا للإنسان عند تناوله لبعض الأطعمة المحتوية عليها، مثل: اللحوم، ومنتجات الألبان، وبعض الخضر الطازجة المصنعة جزئيًا مثل الخس المقطع والسلاطات المعبأة، حيث يمكنها النمو على حرارة تقل عن ١٠ °م.

البقدونس

يعرف البقدونس فى العراق باسم معدنوس، ويسمى فى الإنجليزية Parsley وتنتمى جميع أصناف البقدونس التى تزرع لأجل أوراقها إلى النوع *Petroselinum crispum* (Mill.)Nym. Ex A. W. Hill. أما أصناف البقدونس التى تزرع لأجل جذورها – المتدرنة اللفتية الشكل – التى تؤكل بعد طهيها .. فإنها تتبع الصنف النباتى *P. crispum var. tuberosum*.

يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق البقدونس على المكونات الغذائية التالية: ٨٥.١ جم رطوبة، و٤٤ سعرًا حراريًا، و٣.٦ جم بروتينًا، و٠.٦ جم دهونًا، و٨.٥ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٥ جم أليافًا، و٢.٢ جم رمادًا، و٢٠٣ مجم كالسيوم، و٦٣ مجم فوسفورًا، و٦.٢ مجم حديدًا، و٤٥ مجم صوديوم، و٧٢٧ مجم بوتاسيوم، و٤١ مجم مغنيسيوم، و٨٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.١٢ مجم ثيامين، و٠.٢٦ مجم ريبوفلافين، و١.٢ مجم نياسين، و٢٠٠ ميكروجرام phylloquinone (بادئ فيتامين K)، و١٧٢ مجم حامض الأسكوربيك.

يتضح من ذلك أن البقدونس من الخضر الغنية جدًا بالكالسيوم، والحديد، والمغنيسيوم، وفيتامين أ، والريبوفلافين، والنياسين، وفيتامين K، وحامض الأسكوربيك، كما أنه يحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور (Watt & Merrill ١٩٦٣).

الشيكوريا

تستعمل الشيكوريا إما طازجة فى السَّلطة، أو تطهى أوراقها كما فى بعض أصناف الأوروبية، كما تخلط جذور بعض الأصناف مع البن بعد تجفيفها وطحنها.

يحتوى كل ١٠٠جم من أوراق الشيكوريا على المكونات الغذائية التالية: ٩٢,٨ جم رطوبة، و٢٠ سعرًا حراريًا، و١,٨ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٣,٨ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم ألياقًا، و١,٣ جم رمادًا، و٨٦ مجم كالسيوم، و٤٠ مجم فوسفورًا، و٠,٩ مجم حديدًا، و٤٢٠ مجم بوتاسيوم، و٤٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٦ مجم ثيامين، و٠,١ مجم ريبوفلافين، و٠,٥ مجم نياسين، و٢٢ مجم حامض الأسكوربيك. يتضح من ذلك أن الشيكوريا من الخضر الغنية بالكالسيوم وفيتامين أ والنياسين، وتعد متوسطة فى محتواها من الريبوفلافين. هذا .. ولا تحتوى الشيكوريا وتلوف إلا على آثار من فيتامين أ.

وتعد الشيكوريا الخضراء العادية أغنى كثيرًا من الشيكوريا الوتلوف فى محتواها من مختلف العناصر الغذائية بسبب كون الأخيرة بيضاء اللون نظرًا لأنها تنتج فى ظروف الإظلام التام، ويتضح ذلك من المقارنة التالية (عن Ryder ١٩٩٩).

العنصر الغذائى	شيكوريا وتلوف	الشيكوريا الخضراء
الكالسيوم (مجم/١٠٠جم)	١٦	٩٣
الفوسفور (مجم/١٠٠جم)	٢٠	٤٣
الحديد (مجم/١٠٠جم)	٠,٥	٠,٩
البوتاسيوم (مجم/١٠٠جم)	١٧٧	٤٢٠
فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠جم)	آثار	٤٠٠٠

تكون جذور أصناف الشيكوريا التى تستعمل كبديل للبن ذات لون أصفر ضارب إلى البنى من الخارج ولون أبيض من الداخل.

وتحتوى جذور الشيكوريا على الماء بنسبة ٧٢٪ - ٧٧٪. أما المادة الجافة فإنها تتشكل من الإنيولين inulin بنسبة ٦٥٪ - ٨٥٪، وهو الذى يعطى عند تحلله ٨٥٪ - ٩٠٪ فراكتوز، و١٠٪ - ١٥٪ جلوكوز، وتتكون غالبية المادة الجافة المتبقية من السيليلوز (٩٪)، والنترات والمعادن، والدهون، والمواد المرة وهى sesquiterpene lactones (عن Ryder ١٩٩٩).

وعلى أساس الوزن الطازج .. تحتوى جذور الشيكوريا على حوالى ١٧٪ إنيولين، وهو عبارة عن سلسلة من جزيئات الفراكتوز تنتهى بجزئ جلوكوز. ويمكن تحليل هذا الإنيولين ليكوّن مركزًا يحتوى أساسًا على سكر الفراكتوز. وتعتمد جدوى استعمال الشيكوريا كمصدر صناعى للسكر - كمنافس لبنجر السكر، والذرة، والبطاطس - على تحسين محصول السكر؛ الأمر الذى يمكن تحقيقه أساسًا بتربية أصناف جديدة تكون أعلى فى محتواها من السكر عن الأصناف المنتشرة فى الزراعة.

ويعطى Bais & Ravishankar (٢٠٠١) وصفًا لخصائص مسحوق جذور الشيكوريا المجفف الذى يستخدم كإضافات للبن، او كبديل له فى عمل القهوة، كما يعطى كذلك عرضًا لعديد من استعمالات أخرى للشيكوريا وطرق خاصة للتعامل معها حصلت على حقوق الملكية الفكرية، مثل: إنتاج السكاروز saccharose، وإسالة الجذور إنزيميًا، وإنتاج مستخلصات من النموات الهوائية للاستعمال الطبى، والحصول على مستخلصات مضادة للسلمونيلا، وإنتاج منتجات من الإنيولين على درجات مختلفة من البلمرة، ومنتج ذائب فى الماء يحتوى على الإنيولين بنسبة ٤٠٪ - ٦٥٪، وطريقة لإنتاج وحصاد الشيكوريا بالميكنة الكاملة.

الرجلة

تعرف الرجلة فى الإنجليزية باسم Purslane، وتسمى - علميًا - باسم *Portulaca oleraceae* L. . ينمو النبات بريًا فى مصر فى حقول القطن والذرة.

تزرع الرجلة لأجل أوراقها وسوقها التى تطهى مثل السبانخ، يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الرجلة الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٩٢.٥ جم رطوبة، و٢١ سعرًا حراريًا، و١.٧ جم بروتينًا، و٠.٤ جم دهونًا، و٣.٨ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٩ جم ألياف، و١.٦ جم رمادًا، و١٠٣ مجم كالسيوم، و٣٩ مجم فوسفورًا، و٣.٥ مجم حديدًا، و٠.٩ مجم نحاس، و١٢٠ مجم مغنيسيوم، و٢٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٣ مجم ثيامين، و٠.١ مجم ريبوفلافين، و٠.٥ مجم نياسين، و٢٥ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح من ذلك أن الرجلة من الخضر الغنية فى الحديد، والكالسيوم، والنياسين، كما تعد متوسطة فى محتواها من فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك.

وتحتوى الرجلة على هلام لزج شفاف عبارة عن معقد عديم التسكر يمكن استعماله فى الصناعات الغذائية (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الفينوكيا

تعرف الفينوكيا – أيضًا – باسم الشُّمرة، والشَّمار، وتعرف فى الإنجليزية بعدة أسماء هى: Fennel، وFlorence Fennel، وFinchio، وSweet Anise، وتسمى – علميًا – باسم *Foeniculum vulgare* Mill. var. *azoricum*، وكانت تعرف – سابقًا باسم *F. officinale* Gaertn.

تنتشر زراعة الفينوكيا فى أوروبا؛ لأجل استعمال منطقة تاج النبات المفرطحة المتضخمة التى تحصد – وهى ما زالت غضة ولم تتليف بعد – وتؤكل إما طازجة، أو تطهى مع الخضر الأخرى لإكسابها نكهة مرغوبة، وهى تتميز برائحة قوية تشبه رائحة الينسون. هذا .. ويتكون معظم الجزء المستعمل فى الغذاء من أعناق الأوراق المتشحمة.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل فى الغذاء على المكونات الغذائية التالية: ٩٠,٠ جم رطوبة، و٢٨ سعرًا حراريًّا، و٢,٨ جم بروتينًا، و٠,٤ جم دهونًا، و٥,١ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٥ جم أليافًا، و١,٧ جم رمادًا، و١٠٠ مجم كالسيوم، و٥١ مجم فوسفورًا، و٢,٧ مجم حديدًا، و٣٩٧ مجم بوتاسيوم، و٣٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٣١ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح من ذلك أن الفينوكيا من الخضر الغنية جدًا بالكالسيوم، والغنية بفيتامين أ، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، وحامض الأسكوربيك.

الخضر الساقية والزهرية

الخرشوف

يزرع الخرشوف لأجل نوراته التى تعرف باسم chokes، وهى التى يؤكل منها التخت النورى، وقواعد القنابات المحيطة بالنورة، خاصة القنابات الداخلية. تؤكل النورات مسلوقة، أو مطبوخة، أو محشية باللحم المفروم، أو مقلية.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من نورة الخرشوف على المكونات الغذائية التالية: ٨٥,٥ جم رطوبة، و٩سعرات حرارية، و٢,٩ جم بروتينًا، ٠,٢ جم دهونًا، و١٠,٦ جم سكريات كلية، و٢,٤ جم أليافًا، و٠,٨ مجم كالسيوم، و٨٨ مجم فوسفورًا، و١,٣ مجم حديدًا، و٤٣ مجم صوديوم، و٤٣٠ مجم بوتاسيوم، و١٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٨ مجم ثيامين، و٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و١,٠ مجم نياسين، و١٢ مجم حامض الأسكوربيك

Merrill ١٩٦٣). مما تقدم.. يتضح أن الخرشوف من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، وأنه يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفوسفور، والحديد. وقد تبين من دراسة – أجريت فى الولايات المتحدة – أن الخرشوف يحتل المركز السابع فى الترتيب بين مجموعة كبيرة من الخضر والفاكهة من حيث محتواها من عشرة فيتامينات ومعادن.

وتوجد معظم المواد الكربوهيدراتية فى الخرشوف (١٠.٦٪ من الوزن الطازج بعد الحصاد) على صورة إنيولين inulin، وهو الذى يتحلل إلى سكر ليفيلوز levulose؛ لذا.. فإن استهلاكه لا يضر مرضى السكر. وقد ذكرت فوائد أخرى طبية للخرشوف، منها تنشيط الجهاز الهضمى والقلب، ومعادلة التأثير السام لبعض المركبات.

هذا.. وتستعمل نورات الخرشوف الكبيرة فى الاستهلاك الطازج. أما النورات الصغيرة – وهى التى تشكل الجانب الأكبر من المحصول – فيُفضّل توريدها لمصانع حفظ وتعليب الخضروات، حيث تحفظ معلبة، أو مجمدة، أو مخللة. وتختلف نسبة النورات الكبيرة المنتجة باختلاف الأصناف. ويقل حجم النورات دائمًا فى نهاية موسم الحصاد.

البروكولى

يسمى البروكولى فى الإنجليزية Broccoli، و Sprouting cauliflower، و Italiam Asparagus، كما يعرف باسم Calabrese فى المملكة المتحدة، ويعرف – علميًا – باسم *Brassica oleracea var. italica* Plenck. عرف البروكولى منذ عهد الرومان، وربما يكون قد نشأ فى منطقة آسيا الصغرى وحوض البحر الأبيض المتوسط. يزرع البروكولى لأجل نوراته التى تؤكل – وهى فى طور البراعم الزهرية – مع حواملها السميكة الغضة.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل فى الغذاء من البروكولى على المكونات الغذائية التالية: ٨٨.٢٪ رطوبة، و٤.٤٠ جم بروتينًا، و٠.٩ جم دهونًا، و٨.١ جم مواد كربوهيدراتية (تتضمن ٠.١ جم نشا، و١.٥ جم سكريات كلية)، و٢.٦ جم أليافًا، و٨ مجم صوديوم، و٣٧٠ مجم بوتاسيوم، و٥٦ مجم كالسيوم، و٢٢ مجم مغنيسيوم، و٨٧ مجم فوسفورًا، و١.٧ مجم حديدًا، و٠.٠٢ مجم نحاسًا، و٠.٦ مجم زنك، و١٣٠ مجم كبريت، و١٠٠ مجم كلورين، و٠.٢ مجم منجنيز، و٢ مجم يودًا، و٥٧٥ ميكروجرام كاروتين، و١.٣ مجم فيتامين هـ و٠.١ مجم ثيامين، و٠.٠٦ مجم ريبوفلافين، و٠.٩ مجم نياسين، و٠.١٤ مجم فيتامين ب٦، و٩٠ ميكروجرام حامض فوليك، و٨٧ مجم حامض أسكوربيك.

يتضح من ذلك أن البروكولى من الخضر الغنية جدًا فى الكالسيوم، والريبوفلافين، والنياسين، وحامض الأسكوربيك، كما أنه من الخضر الغنية بفيتامين أ، ويحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور والحديد.

يعتبر البروكولى مصدرًا جيدًا لكل من الكالسيوم والمغنيسيوم، وكلاهما ميسر للاستفادة منه بيولوجيًا مثلما يتيسر كالسيوم الحليب؛ هذا بينما نجد أن أغذية أخرى – مثل السبانخ – لا يتيسر محتواها من الكالسيوم بيولوجيًا – رغم ارتفاعه – بسبب احتوائها على حامض الأوكساليك الذى يمكن أن يتحد مع الكالسيوم ليكون أكسالات الكالسيوم غير الميسرة بيولوجيًا. وتختلف سلالات وهجن البروكولى فى محتواها من العنصرين، وقُدِّر متوسط المحتوى بنحو ٣٠٠ مجم/١٠٠ جم للكالسيوم، و٢٥٠ مجم/١٠٠جم للمغنيسيوم على أساس الوزن الجاف (Farnham وآخرون ٢٠٠٠).

ويعتقد بأن البروكولى يلعب دورًا فى خفض مستوى الكوليسترول فى الدم، وذلك بسبب محتواه المرتفع نسبيًا (٠,٣٥٪) من D-glucaric acid (عن Rangavajhyala وآخرين ١٩٩٨).

الأسبرجس

يزرع الأسبرجس لأجل سيقانه الصغيرة الغضة قبل أن تتفرع، وهى التى تعرف باسم "المهاميز" spears. تكون هذه المهاميز إما بيضاء اللون بحجب الضوء عنها قبل الحصاد وبعده. وإما خضراء عندما تتعرض للضوء أثناء نموها.

يحتوى كل ١٠٠جم من الأسبرجس على المكونات الغذائية التالية: ٩١,٧ جم رطوبة، و٢٦سعرًا حراريًا، و٢,٥ جم بروتينًا، و٠,٢ جم دهونًا، و٥ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٧ جم أليافًا، و٠,٦ جم رمادًا، و٢٢ مجم كالسيوم، و٦٢ مجم فوسفورًا، و١ مجم حديدًا، و٢ مجم صوديوم، و٢٧٨ مجم بوتاسيوم، و٢٠ مجم مغنيسيوم، و١٥ مجم نحاس، و٠,٦ مجم منجنيز، و٠,٣٧ مجم زنك، و٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,١٨ مجم ثيامين، و٠,٢ مجم ريبوفلافين، و١,٥ مجم نياسين، و٣٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣، Moreno-Rojas وآخرون ١٩٩٢).

هذا.. وينخفض محتوى معظم العناصر المغذية فى مهماز الأسبرجس بالاتجاه من قمة المهماز نحو قاعدته.

كذلك يعتبر الأسبرجس من أغنى الخضر فى حامض الفوليك، ويكفى ١٠٠جم منه لإمداد الإنسان بنحو ٦٠٪ من حاجته اليومية من الحامض.

وعلى الرغم من أن القيمة "الرسمية" لمحتوى الأسبرجس الأخضر من حامض الأسكوربيك تبلغ ٢٣ ملليجرامًا/١٠٠جم، فإن تقديرات أخرى عديدة تزيد كثيرًا عن ذلك، حيث تتراوح بين ٤٠، و١٠٠مجم/١٠٠جم. أما الأسبرجس الأبيض .. فإن محتواه من حامض الأسكوربيك يتراوح بين ١٠، و٤٠مجم/١٠٠جم (عن Lipton ١٩٩٠).

يتضح مما تقدم أن الأسبرجس من الخضر الغنية بالنياسين والريبوفلافين وحامض الأسكوربيك، كما يحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، وفيتامين أ.

يقل محتوى الأسبرجس الأبيض عن الأسبرجس الأخضر فى كل من المركبات الفينولية المرة، والعناصر المعدنية، وحامض الأسكوربيك، والبروتين، ويزيد عنه فى محتوى السكريات البسيطة، ويتساويان فى محتوى الألياف.

ويستعمل الأسبرجس الأبيض والأخضر فى صناعات التعليب، والتجميد، والتجفيف.

وفى صناعة التعليب يفضل الأسبرجس الأبيض على الأخضر، كما تفضل المهاميز الكاملة على المجزأة، وخاصة المهاميز الكاملة المقشرة. وعلى الرغم من زيادة كميات الأسبرجس المعلب عن المجمد فإن الأخير هو الأكثر جودة.

وقد استعملت بذور الأسبرجس كبديل للقهوة.

هذا.. ويحتوى الأسبرجس على مركب الريوتين ruin، وهو يفيد فى منع نزف الدم، كما أنه مدر للبول.

كما تحتوى مهاميز الأسبرجس – كذلك – على مركب الـ aspargine aminosuccinic acid monoamide الذى يتسبب – عند تناول الأسبرجس – فى رائحة الـ methyl mercaptan التى تظهر فى البول (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الخضر البقولية

القيمة الغذائية لمختلف الخضر البقولية

تتضح الأهمية الغذائية لمختلف الخضر البقولية لدى مراجعة جدول (٣-٨). كما يبين جدول (٣-٩) محتوى بذور مختلف البقوليات من الأحماض الأمينية الضرورية (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

جدول (٣–٨)

مقارنة المحتوى الغذائي لبعض البقول فى كل ١٠٠ جم من البذور الجافة

المحصول	البروتين (جم)	الدهون (جم)	الكربوهيدرات (جم)	الكالسيوم (مجم)	الفوسفور (مجم)	الحديد (مجم)	المغنيسيوم (مجم)	النحاس (مجم)	الصوديوم (مجم)	الكاروتين (ميكروجرام)	الثيامين (مجم)	الريبوفلافين (مجم)	النياسين (مجم)
الحمص Chick pea	٢٩.٦–١٤.٩	٥.٠	–	١١٤	٣٨٧	٦.٢	١٦٨	٢.٣	٢٩.٥	١٨٩	٠.٣٠	٠.١٥	٢.٩
القاصوليا العادية French bean	٣٩.٤–٢١.١	١.٥	٦١.٥–٦١.٢	٢٦٠	٤١٠	٥.٨	١٩٥	١.٠	١٥	٣٠	٠.٨٨	٠.١٤	٢.٢٠
البسلة Peas	٣٢.٩–٢١.٢	٢.٤	٥٦.٦	٧٥	٢٩٨	٥.١	١٢٤	٠.٩	٢٠.٤	٣٩	٠.٤٧	٠.١٩	٣.٤
الفول الرومى Faba bean	٣٨.٥–٢٢.٩	١.٦	٥٧.٣	–	–	–	–	–	–	–	٠.٣٨	٠.٢٤	٢.١
اللوبيا Cowpea	٣٤.٦–٢٠.٩	٢.١	٦٨.٠–٥٦.٠	٧٧	٤١٤	٥.٩	٢٣٠	٠.٨	٢٣.٢	١٢	٠.٥١	٠.٢٠	١.٣
القاصوليا المجنحة Winged bean	٣٧.٤–٢٩.٨	١٦.٨–١٥	٤٢.٢–٢٤.٠	٢٩٠	٢٧٧	١١.٠	١٧٠	١.٥	٤٠.٠	–	٠.٧٥	٠.١٨	٢.٢
قاصوليا جاك Horse gram	٢٨.٥–١٨.٥	٢.٢	–	١٠٥	٣١٠	١١.٩	١٧٢	٥.٥	٣٧.٣	٧١	٠.٤٢	٠.٢٠	١.٥
قاصوليا الحمام Pigeon pea	٢٨.٥–١٨.٨	–	–	١٢٤	٣٠٤	٥.٨	١٣٣	١.٣	٢٨.٤	١٣٢	٠.٤٥	٠.١٩	٢.٩
قاصوليا النج Green pea	٣٣.١–٢٠.٨	٢.١	٦١.٢–٥٣.٣	١٢٤	٣٢٦	٧.٣	١٧١	١.٠	٢٨.٠	٩٤	٠.٤٧	٠.٢٧	٢.٣
الأورد Black gram	٣١.٣–٢١.٢	١.٦	٦٣.٧–٥٦.٥	١٥٤	٢٨٥	٩.١	١٨٥	٠.٧	٣٩.٨	–	٠.٤٣	٠.٢٢	٢.٣
قاصوليا الأرز Rice bean	٢٧.٠–١٨.٤	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
القاصوليا العنقوية Cluster bean	٢٧.٨–١٩.٣	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
فول الصويا Soybean	٤٥.٢–٣٣.٢	٢١.٣	٣٣.٥–٢٥.٤	٢٢٦	٥٤٦	٨.٥	٢٣٦	٢.٤	٢٧.٩	٤٢٦	٠.٧٣	٠.٣٩	٣.٢
قاصوليا موث Moth bean	٣١.٣–٢١.٠	–	–	١٢٠	٣٢٠	٩.٦	٢٢٥	١.١	١١.٥	٩	٠.٤٥	٠.٠٩	١.٥

جدول (٣-٩)

مقارنة محتوى البذور الجافة لبعض البقول من الأحماض الأمينية (جم/١٦ جمN)

المحصول	الليسين Lysine	الثريونين Threonine	الفالين Valine	الليوسين Leucine	الأيزوليوسين Isoleucine	الميثونين Methionine	التربتوفان Tryptophan	الفينيل آلانين Phenylalanine	الأرجنين Arginine	الهستيدين Histidine
بسلة بيجون Pigeon pea	٦.٨	٣.٨	٤.٨	٦.٨	٥.٧	١.١	٠.٨	٩.٠	٥.٤	٣.٤
البسلة Peas	٨.٩	٤.٢	٦.٥	٩.٥	٧.٤	١.٣	٠.٧	٤.٦	١٣.٤	٢.٧
الفاصوليا العادية French bean	٦.٨	٣.٣	٥.٤	٨.٩	٦.٠	١.٠	١.٠	٥.٥	٩.٢	٢.٨
الأورد Black gram	٦.٥	٣.٩	٥.٦	٧.٢	٥.٨	١.١	٠.٥	٥.٥	٥.٧	٢.٧
فاصوليا المنج Green gram	٧.٣	٣.٤	٦.٩	٧.٧	٦.٣	١.٥	٠.٤	٥.٣	٦.٩	٢.٧
اللوبيا Cowpea	٦.٧	٤.١	٥.٢	٧.٤	٤.٩	١.٣	١.٠	٥.٧	٦.٩	٣.١
فاصوليا جاك Horse gram	٨.٣	٣.٨	٥.٤	٧.٩	٦.٧	٠.٨	٠.٦	٨.٥	٥.٤	٣.٠
فاصوليا الصويا Soybean	٦.٣	٤.١	٤.٧	٧.١	٤.٥	١.٢	١.٢	٤.٩	٦.٧	٣.٣
الفاصوليا المجنحة Winged bean	٦.٧	٤.٦	٥.٧	٨.٩	٤.٥	٠.٨	٠.٦	٤.٠	٤.٥	٢.٢
فاصوليا موث Moth bean	٥.٦	–	٣.٣	٧.٠	٥.١	١.٠	٠.٧	٤.٦	—	٣.٥
الفول الرومى Faba bean	٦.٦	٣.٣	٣.٩	٨.٣	٤.٣	٠.٧	١.٠	٤.٢	١٠.٥	٢.٦
فاصوليا الأرز Rice bean	٧.٧	٢.٩	٤.٠	٦.٠	٣.٩	٠.٨	١.٠	٣.٢	٤.٦	٣.٨
بروتين البيض Egg protein	٧.٢	٥.٢	٧.٤	٧.٨	٦.٨	٣.٤	١.٥	٥.٨	٦.٧	٢.٤

وبينما يقل كثيرًا أو ينعدم تواجد فيتامين ج فى البذور الجافة لجميع البقوليات، فإنه يتوفر فى البذور المستنبتة – التى تستعمل فى الغذاء – بتركيزات متوسطة إلى عالية، حيث تصل إلى ١٢ مجم/١٠٠جم فى فول الصويا، وإلى ٢٠ مجم/١٠٠ جم فى فاصوليا المنج (Yamaguchi ١٩٨٣).

وبالإضافة إلى البذور والأوراق فإن جذور معظم البقوليات الجذرية تعد غنية فى محتواها من البروتين، بالمقارنة بالخضر الدرنية الأخرى. فبينما تبلغ نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) حوالى ٢,٥٪ فى الكاسافا، و٥٪ فى البطاطس، و٦٪ فى اليام.. نجد أنها تصل إلى حوالى ٩٪ فى كل من فاصوليا اليام yam bean، وفاصوليا مارما marma bean، و *Flenminigia vestita*، و١٠٪ فى *Psoralea esculenta*، و١١٪ فى *Pueraria tuberosa*، و١٥٪ فى كل من فاصوليا اليام الأفريقية African yam bean، وفاصوليا المنج البرية *Vigna vexillata*، و *V. lobatifolia*، و١٧,٥٪ فى *Apios americana*، و٢٠٪ فى الفاصوليا المجنحة Winged bean (NAS ١٩٧٩).

البسلة

تزرع البسلة إما لأجل بذورها الخضراء أو الجافة، كما تزرع أصناف قليلة منها لأجل قرونها التى تستهلك كاملة. ويبين جدول (٣-١٠) المحتوى الغذائى لبذور البسلة الخضراء والجافة فى كل ١٠٠ جم من البذور (عن Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح من الجدول أن البسلة الجافة من الخضر الغنية جدًا بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والريبوفلافين، والنياسين. كما أنها تعد من الخضر الغنية نسبيًا بالكالسيوم، والثيامين، أما البذور الخضراء.. فإنها تعد غنية جدًا بالنياسين، وغنية نسبيًا بالمواد الكربوهيدراتية، والريبوفلافين، ومتوسطة فى محتواها من البروتين، والفوسفور، والحديد، وفيتامين أ، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

جدول (٣-١٠)

المحتوى الغذائي لبذور البسلة الخضراء والبسلة الجافة في كل ١٠٠جم من البذور

المكون الغذائي	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٨	١١.٧
السعرات الحرارية	٨٤	٣٤٠
البروتين (جم)	٦.٣	٢٤.١
الدهون (جم)	٠.٤	١.٣
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٤.٤	٦٠.٣
الألياف (جم)	٢.٠	٤.٩
الرماد (جم)	٠.٩	٢.٦
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٦	٦٤
الفوسفور (ملليجرام)	١١٦	٣٤٠
الحديد (ملليجرام)	١.٩	٥.١
الصوديوم (ملليجرام)	٢	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٣١٦	١٠٠٥
المغنيسيوم (ملليجرام)	٣٥	١٨٠
النحاس (ملليجرام)	—	٠.٨٥
فيتامين أ (وحدة دولية)	٦٤٠	١٢٠
الثيامين (ملليجرام)	٠.٣٥	٠.٧٤
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.١٤	٠.٢٩
النياسين (ملليجرام)	٢.٩	٣.٠
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٢٧	—

وتحتوى البذور الجافة على تركيزات أعلى من كل من النحاس، والزنك، والمنجنيز عما تحتويه البذور الخضراء. كما تعد البذور الناضجة أعلى من البذور الخضراء فى كل من الكالسيوم، والزنك، والفوسفور الميسر للاستعمال (Periago وآخرون ١٩٩٦).

ويتراوح المحتوى البروتيني لبذور البسلة الجافة بين ٢١,٢٪، و٣٢,٩٪ حسب الصنف، كما يبلغ محتواها من الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦ جرامًا من النيتروجين) كما يلي (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

الليسين	lysine	: ٨,٩	الثريونين	threonine	: ٤,٢
الفالين	valine	: ٦,٥	الليوسين	leucine	: ٩,٥
الأيزوليوسين	isoleucine	: ٧,٤	المثيونين	methionine	: ١,٣
التربتوفان	tryptophan	: ٠,٧	الفنيل آلانين	phenyalanine	: ٤,٦
الأرجنين	arginine	: ١٣,٤	الهستدين	histidine	: ٢,٧

ويزداد محتوى بذور البسلة من البروتين جوهريًا بزيادة مستوى التسميد الآزوتي. وباستثناء كل من المثيونين، والسيستاين cystine، فإن نسبة مختلف الأحماض الأمينية في البذور الجافة تزداد جوهريًا – كذلك – بزيادة مستوى التسميد الآزوتي (Igbasan وآخرون ١٩٩٦).

كذلك تزداد القيمة الغذائية لبروتين بذور البسلة بتقدمها في النضج، ويقل مع النضج الأحماض الأمينية الحرة، والنيتروجين غير البروتيني.

ويفي بروتين البسلة باحتياجات الشخص البالغ من الأحماض الأمينية الضرورية باستثناء الحمضين المثيونين methionine، والسيستين cysteine. وهي تعد غنية بالحامض الأميني الضروري ليسين lysine.

وعلى الرغم من أن نشاط مثبط التريبسين trypsin inhibitor acitivity، ونشاط حامض الفيتك phytic acid activity يزدادان بزيادة البذور في الحجم، إلا أنهما لا يؤثران في صلاحية البذور للهضم التي تزداد بزيادة نضج البذور (Periago وآخرون ١٩٩٦)، وتختلف أصناف البسلة الحقلية (التي تؤكل بذورها الجافة) كثيرًا في مدى نشاط مثبط التربسين في بذورها، حيث يصل التفاوت في نشاط الإنزيم إلى نحو ٣٥٠٪ بين أقل الأصناف وأكثرها نشاطًا (Wang وآخرون ١٩٩٨).

الفاصوليا

يوضح جدول (٣-١١) المحتوى الغذائي لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا. يتضح من الجدول أن الفاصوليا الجافة من الخضر الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية، والبروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد الفاصوليا الخضراء غنية جدًا بالنياسين، ومتوسطة في محتواها من كل من

البروتين، والكالسيوم، وفيتامين أ، والثيامين، وفيتامين ج. أما الفاصوليا ذات القرون الصفراء الشمعية.. فإنها لا تختلف عن الفاصوليا الخضراء سوى فى انخفاض محتواها من فيتامين أ.

جدول (٣-١١)

المحتوى الغذائى لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا

(عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

العنصر الغذائى والوحدة	الجزء المستعمل فى الغذاء		
	البذور البيضاء الجافة	القرون الخضراء	القرون الصفراء الشمعية
الرطوبة (جم)	١٠.٩	٩٠.١	٩١.٤
السعرات الحرارية	٣٤٠	٣٢	٢٧
البروتين (جم)	٢٢.٣	١.٩	١.٧
الدهون (جم)	١.٦	٠.٢	٠.٢
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٦١.٣	٧.١	٦.٠
الألياف (جم)	٤.٣	١.٠	١.٠
الرماد (جم)	٣.٩	٠.٧	٠.٧
الكالسيوم (ملليجرام)	١٤٤	٥٦	٥٦
الفوسفور (ملليجرام)	٤٢٥	٤٤	٤٣
الحديد (ملليجرام)	٧.٨	٠.٨	٠.٨
الصوديوم (ملليجرام)	١٩	٧	٧
البوتاسيوم (ملليجرام)	١١٩٦	٢٤٣	٢٤٣
فيتامين أ (وحدة دولية)	صفر	٦٠٠	٢٥٠
الثيامين (ملليجرام)	٠.٦٥	٠.٠٨	٠.٠٨
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.٢٢	٠.١١	٠.١١
النياسين (ملليجرام)	٢.٤	٠.٥	٠.٥
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	-	١٩	٢٠

وتعد الفاصوليا من المصادر الجيدة فى الكالسيوم، ويزيد تركيز الكالسيوم معنويًا فى القرون الخضراء عما فى البذور الجافة على أساس الوزن الجاف لكل منهما، كما تتباين أصناف الفاصوليا فى محتوى قرونها من العنصر (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

وإلى جانب ما تقدم .. فإن الفاصوليا الجافة تعد مصدرًا جيدًا لفيتاميني: حامض الفوليك folic acid، وإى E (أو التوكوفيرول tocopherols) (Robertson & Frazier ١٩٧٨).

ويبلغ محتوى الفاصوليا الجافة من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦جم نيتروجين)، كما يلى (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

الليسين	lysine	٦,٨ :	الثريونين	threonine	٣,٣ :
الفالين	valine	٥,٥ :	الليوسين	leucine	٨,٩ :
الأيزوليوسين	isoleucine	٦,٠ :	المثيونين	methionine	١,٠ :
التربتوفان	tryptophan	١,٠ :	الفنيل آلانين	phenyalanine	٥,٥ :
الأرجنين	arginine	٩,٢:	الهستدين	histidine	٢,٨ :

ويعنى ذلك أن الفاصوليا تعد فقيرة نسبيًا فى الأحماض الأمينية الضرورية methionine، وcystine، وtryptophan، ولكنها غنية بالحامض الأمينى الضرورى lysine، وبذا .. فإنها تعد مكملة للحبوب الصغيرة التى تعد فقيرة فى هذا الحامض (Evans ١٩٧٦).

ومن أهم المركبات الفلافونية flavonoids التى توجد فى قرون الفاصوليا الخضراء وبذورها، ما يلى (Rizk وآخرون ١٩٩٢، وHempel & Bohm ١٩٩٦):

quercetin-3-rutinoside **kaempferol-3-rutinoside**

3-O-glucuronides

ولم تختلف الأصناف ذات القرون الخضراء عن الأصناف ذات القرون الصفراء فى محتواها من تلك المركبات الفلافونية.

الفول الرومى

يوضح جدول (٣-١٢) المحتوى الغذائى لبذور الفول سواء أكانت خضراء، أم جافة. ويتضح من الجدول أن البذور الجافة غنية جدًا بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد بذوره الخضراء غنية جدًا بالنياسين،

وغنية نسبيًا بكل من: المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والريبوفلافين، ومتوسطة فى محتواها من: البروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

جدول (٣-١٢)

المحتوى الغذائى لكل ١٠٠جم من بذور الفول الرومى الخضراء، والجافة

العنصر الغذائى	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٢.٣	١١.٩
السعرات الحرارية	١٠٥	٣٣٨
البروتين (جم)	٨.٤	٢٥.١
الدهون (جم)	٠.٤	١.٧
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٧.٨	٥٨.٢
الألياف (جم)	٢.٢	٦.٧
الرماد (جم)	١.١	٣.١
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٧	١٠٢
الفوسفور (ملليجرام)	١٥٧	٣٩١
الحديد (ملليجرام)	٢.٢	٧.١
الصوديوم (ملليجرام)	٤	–
البوتاسيوم (ملليجرام)	٤٧١	–
فيتامين أ (وحدة دولية)	٢٢٠	٧٠
الثيامين (ملليجرام)	٠.٢٨	٠.٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.١٧	٠.٣
النياسين (ملليجرام)	١.٦	٢.٥
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٠	–

اللوبيا

تزرع اللوبيا لأجل استعمال القرون الخضراء والبذور الجافة، كما تستعمل البذور الخضراء أيضًا بعد اكتمال نمو القرون وقبل جفافها، وتؤكل أوراق اللوبيا والأفرع الصغيرة فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا. وتعد اللوبيا من بين أهم الخضر الورقية فى عديد من الدول الأفريقية (عن Ahenkora وآخرين ١٩٩٨).

يبين جدول (٣-١٣) المحتوى الغذائي لكل من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة (عن Watt & Merrill ١٩٦٣)، ويتضح من الجدول أن اللوبيا الجافة من الخضر الغنية جدًا بكل من البروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، كما تعد من الخضر الغنية بالكالسيوم. أما اللوبيا الخضراء.. فهي من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والمتوسطة في محتواها من كل من الكالسيوم، والفوسفور، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. ويعتبر بروتين اللوبيا غنيًا بالحامض الأميني الضروري ليسين lysine، حيث تتراوح نسبته في البروتين من ٢٢٪ - ٣٥٪ (Steele ١٩٧٦).

جدول (٣-١٣)

المحتوى الغذائي لكل ١٠٠جم من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة

العنصر الغذائي	القرون الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٨٦	١٠,٥
السعرات الحرارية	٤٤	٣٤٣
البروتين (جم)	٣,٣	٢٢,٨
الدهون (جم)	٠,٣	١,٥
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٩,٥	٦١,٧
الألياف (جم)	١,٧	٤,٤
الرماد (جم)	٠,٩	٣,٥
الكالسيوم (ملليجرام)	٦٥	٧٤
الفوسفور (ملليجرام)	٦٥	٤٢٦
الحديد (ملليجرام)	١,٠	٥,٨
الصوديوم (ملليجرام)	٤	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٢١٥	١٠٢٤
فيتامين أ (وحدة دولية)	١٦٠٠	٣٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,١٥	١,٠٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٤	٠,٢١
النياسين (ملليجرام)	١,٢٠	٢,٢
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٣	—
المغنيسيوم (ملليجرام)	—	٢٣٠

وتتوفر الأحماض الأمينية الضرورية في بروتين اللوبيا بالتركيزات التالية (بالجرام لكل ١٦جم نيتروجين) (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

الليسين	lysine	: ٦.٧	الثريونين	threonine	: ٤.١
الفالين	valine	٥.٢:	الليوسين	leucine	: ٧.٤
الأيزوليوسين	isoleucine	: ٤.٩	المثيونين	methionine	: ١.٣
التربتوفان	tryptophan	: ١.٠	الفنيل آلانين	phenyalanine	: ٥.٧
الأرجنين	arginine	: ٦.٩	الهستدين	histidine	: ٣.١

وبذا.. تعد اللوبيا – كما أسلفنا – غنية في الحمض الأميني ليسين، ولكنها فقيرة في الحمضين: التربتوفان، والمثيونين.

وتجدر الإشارة إلى أن أوراق اللوبيا – التي تستخدم في الغذاء في عديد من الدول الأفريقية – تعد غنية جدًا في كل من فيتاميني أ، وج (٨٠٠٠ وحدة دولية، و٣٧ مجم/١٠٠جم من الأوراق الطازجة للفيتامينين على التوالي).

كما تحتوي أوراق اللوبيا على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين ٢٩٪، و٤٣٪ على أساس الوزن الجاف، مقارنة بنسبة بروتين في البذور تتراوح بين ٢١٪، و٣٣٪ على أساس الوزن الجاف كذلك. ويرجع التفاوت الكبير في نسبة البروتين في الأوراق إلى اختلافها في العمر عند حصادها للتحليل (عن Nielsen وآخرين ١٩٩٤).

فول الصويا

يبين جدول (٣- ١٤) القيمة الغذائية لكل من البذور الجافة والخضراء والمستنبتة لفول الصويا. يتضح من الجدول أن البذور الجافة غنية جدًا بكل العناصر الغذائية المبينة في الجدول – فيما عد فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك – كما يتبين أيضًا أن البذور الخضراء والمستنبتة من الخضر الغنية بالبروتين، والفوسفور، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، كما تحتوي البذور الخضراء على كميات جيدة من حامض الأسكوربيك. هذا.. ويعتبر دقيق فول الصويا غذاءً جيدًا لمرضى السكر لقلة محتواه من النشا. كما يعتبر حليب فول الصويا غذاءً جيدًا للمرضعات لارتفاع قيمته الغذائية، وهو لا يترك أثرًا حامضيًا بعد تناوله.

جدول (٣-١٤)

المحتوى الغذائى لكل ١٠٠جم من البذور الخضراء، والجافة، والمستنبتة من فول الصويا

(عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

العنصر الغذائى	البذور الخضراء	البذور الجافة	البذور المستنبتة Sprouts
الرطوبة (جم)	٦٩,٢	١٠,٠	٨٦,٣
السعرات الحرارية	١٣٤	٤٠٣	٤٦
البروتين (جم)	١٠,٩	٣٤,١	٦,٢
الدهون (جم)	٥,١	١٧,٧	١,٤
المواد الكربوهيدرات (جم)	١٣,٢	٣٣,٥	٥,٣
الألياف (جم)	١,٤	٤,٩	٠,٨
الرماد (جم)	١,٦	٤,٧	٠,٨
الكالسيوم (ملليجرام)	٦٧	٢٢٦	٤٨
الفوسفور (ملليجرام)	٢٢٥	٥٥٤	٦٧
الحديد (ملليجرام)	٢,٨	٨,٤	١,٠
الصوديوم (ملليجرام)	–	٥	–
المغنيسيوم (ملليجرام)	–	٢٦٥	–
البوتاسيوم (ملليجرام)	–	١٦٧٧	–
فيتامين أ (وحدة دولية)	٦٩٠	٨٠	٨٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,٤٤	١,١٠	٠,٢٣
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٦	٠,٣١	٠,٢٠
النياسين (ملليجرام)	١,٤	٢,٢٠	٠,٨٠
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٢٩	صفر	١٣

فاصوليا الليما

نوضح فى جدول (٣-١٥) المحتوى الغذائى لكل من البذور الخضراء والجافة من فاصوليا الليما.

جدول (٣-١٥)

المحتوى الغذائي لبذور فاصوليا الليما الخضراء والجافة (عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

المكون الغذائي	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٦٧.٥	١٠.٣
السعرات الحرارية	١٢٣	٣٤٥
البروتين (جم)	٨.٤	٢٠.٤
الدهون (جم)	٠.٥	١.٦
المواد الكربوهيدرات (جم)	٢٢.١	٦٤.٠
الألياف (جم)	١.٨	٤.٣
الرماد (جم)	١.٥	٣.٧
الكالسيوم (ملليجرام)	٥٢	٧٢
الفوسفور (ملليجرام)	١٤٢	٣٨٥
الحديد (ملليجرام)	٢.٨	٧.٨
الصوديوم (ملليجرام)	٢	٤
البوتاسيوم (ملليجرام)	٦٥٠	١٥٢٩
فيتامين أ (وحدة دولية)	٢٩٠	آثار
الثيامين (ملليجرام)	٠.٢٤	٠.٤٨
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.١٢	٠.١٧
النياسين (ملليجرام)	١.٤	١.٩
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٢٩	–

فاصوليا تبارى

تُعد فاصوليا تبارى *Phaseolus acutifolius* من الخضر الغنية بالبروتين والعناصر المغذية؛ فبذورها الجافة تحتوى – فى المتوسط – على ٢٤٪ بروتين، مقارنة بنسبة ٢٢,٣٪ فى بذور الفاصوليا الجافة طراز الـ navy، و٢٢,٥٪ فى الفاصوليا الحمراء الكلوية red kidney، و٢٠,٩٪ فى الفاصوليا الـ pinto. كذلك فهى تحتوى على ١٠,٧ مجم حديد /١٠٠ جم مقارنة بمحتوى من الحديد يبلغ ٦,٤، و٦,٧، و٥,٩ مجم/كجم فى كل من الفاصوليا الـ navy، والحمراء الكلوية، والـ pinto، على التوالى. وبالنسبة للعناصر الأخرى، فإن محتوى بذور فاصوليا تبارى يبلغ (بالملليجرام/كجم) ١,٠ من البورون، و١٨٤ من الكالسيوم، و١,٠ من النحاس، و١٥٣١ من البوتاسيوم، و١٩٢ من المغنيسيوم، و٣,٠ من المنجنيز، و٤٥١ من الفوسفور، و٣١١ من الكبريت، و٤,٠ من الزنك (Bhardwaj & Hamama ٢٠٠٤).

الفاصوليا المجنحة

تعتبر جميع الأجزاء النباتية للفاصوليا المجنحة صالحة للاستهلاك الآدمى، فتؤكل الأوراق، والسيقان، والأزهار، والقرون، والبذور، والجذور المتدرنة التى قد تؤكل طازجة أو مطبوخة.

تتشابه البذور فى قيمتها الغذائية مع بذور فول الصويا، أما الجذور.. فهى ذات لب أبيض متماسك غير متليف، وتشبه درنات البطاطس. وينتج الفدان الواحد نحو ٤,٥ أطنان من الجذور (NAS ١٩٧٩).

يحتوى كل ١٠٠ جم من البذور الجافة على ٩جم رطوبة، و٤٢٠سعرًا حراريًا، و٣١,٢ جم بروتينًا، و١٧ جم دهونًا، و٣٣ جم مواد كربوهيدراتية، و٦,٦ جم أليافًا، و٢١٠ مجم كالسيوم، و٤١٠ مجم فوسفورًا، و١٥,٠ مجم حديدًا، و٠,٠٨ مجم ثيامين، وهى تعد على هذا النحو من أغنى الخضر فى القيمة الغذائية.

ويحتوى كل ١٠٠جم من القرون الخضراء على ٩٢ جم رطوبة، و٢٥ سعرًا حراريًا، و٢,١ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٤ جم مواد كربوهيدراتية، و١,٧ جم أليافًا.

أما الجذور.. فيحتوى كل ١٠٠ جم منها على ٧٥ جم رطوبة، و٩١ سعرًا حراريًا، و٢.٨ جم بروتينًا، و٠.٦ جم دهونًا، و٢٠ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٥ جم أليافًا (Tindall ١٩٨٣).

فاصوليا اليام الأفريقية

يزرع المحصول لأجل جذوره التى تشبه جذور البطاطا، ولكن تزيد نسبة البروتين فيها إلى ضعفى النسبة فى البطاطا، وعشرة أمثال النسبة التى توجد فى جذور الكاسافا. ويعطى النبات محصولاً جيدًا كذلك من البذور الصالحة للاستهلاك، وهى جيدة الطعم، وتتراوح نسبة البروتين بها من ٢١٪ - ٢٩٪، بالمقارنة بنحو ٣٨٪ فى فول الصويا. وتتساوى نسبة الحمضين الأمينيين الضروريين ليسين lysine، وميثيونين methionine فى البذور مع نسبتهما فى فول الصويا، فتتراوح نسبة الليسين من ٦.٨ ٪ - ٨.٠٢٪ فى بذور فاصوليا اليام الأفريقية، وتبلغ ٦.٦٪ فى فول الصويا، كما تتراوح نسبة الميثيونين من ١.٠٧٪ - ١.٢٢٪ وتبلغ ١.١٪ فى المحصولين على التوالى.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجذور على ٦٤ جم رطوبة، و١٢٩ سعرًا حراريًا، و٣.٨ جم بروتينًا، و٠.٢ جم دهونًا، و٣٠ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٤ جم أليافًا، و١٠ مجم كالسيوم، و٨٠ مجم فوسفورًا، بينما يحتوى كل ١٠٠ جم من البذور الجافة على ٩ جم رطوبة، و٣٥٠ سعرًا حراريًا، و١٩.٢ جم بروتينًا، و١.١ جم دهونًا، و٦٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٥.٢ جم أليافًا، و٥٥ مجم كالسيوم، و٣٩٨ مجم فوسفورًا، و٠.٦٩ مجم ثيامين.

ويعاب على البذور ضرورة نقعها فى الماء لعدة ساعات، وغليها أثناء الطهى لعدة ساعات أخرى قبل أن تنضج. هذا.. وقد تستعمل الأوراق – أيضًا – بعد طهيا.

يتميز دقيق بذور فاصوليا اليام الأفريقية بارتفاع محتواه من كل من البروتين ٢٠٪ - ٢٥٪) والمواد الكربوهيدراتية (٥٨٪ - ٦٣٪)، كما يحتوى بروتين الدقيق على تركيز عالٍ من الأحماض الأمينية الضرورية يبلغ ٤٩.٦٪ بدون الهستيدين، و٥٣.٨ بالهستيدين (Adeyeye ١٩٩٧).

الخضر الكرنبية

الخضر الكرنبية

تحتوى معظم الصليبيات (الكرنبيات) على جميع الأحماض الأمينية الضرورية، وخاصة تلك التى تحتوى على الكبريت. وبمقارنة الصليبيات بأفضل مصادر البروتين النباتية مثل البسلة، فإن الصليبيات تفضلها فى القيمة البيولوجية للبروتين. كذلك تعد جميع الصليبيات مصادر ممتازة للعناصر، وخاصة الكالسيوم، والحديد، والمنجنيز، والصوديوم، والبوتاسيوم، والفوسفور، علمًا بأن معظم تلك العناصر تتوفر فى صورة ميسرة. وكذلك تحتوى الخضر الصليبية على كميات كبيرة من البيتا كاروتين، وحامض الأسكوربيك، والريبوفلافين، والنياسين، والثيامين (Salukhe & Desai ١٩٨٤).

تحتوى الكرنبيات بمختلف أنواعها على تركيزات عالية من كل من البيتا كاروتين β-carotene والليوتين lutein، وهما من الكاروتينات الهامة للإنسان. ولقد وجد أن الصنف Toscano من الكولارد (*B. oleracea* var. *acephala*) كان أعلى التراكيب الوراثية المختبرة فى كل من الليوتين (١٣,٤٣ مجم/١٠٠جم وزن طازج) والبيتا كاروتين (١٠,٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج). كما وجد ارتباط عالٍ بين محتوى الأوراق من الكاروتينات ومحتواها من الكلوروفيل (Kopsell وآخرون ٢٠٠٤).

الكرنب

تستعمل أوراق الكرنب فى الحشو، والتخليل كما تؤكل مطبوخة، ومسلوقة. ويحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الكرنب من الأصناف ذات الأوراق البيضاء الملساء على المكونات الغذائية التالية: ٩٢,٤ جم ماءً، و٢٤ سعرًا حراريًا، و١,٣ جم بروتينًا، و٠,٢ جم دهونًا، و٥,٤ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم أليافًا، و٠,٧ جم رمادًا، و٤٩ مجم كالسيوم، و٢٩ مجم فوسفورًا، و٠,٤ مجم حديدًا، و٢٠ مجم صوديوم، و٢٣٣ مجم بوتاسيوم، و١٣٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٥ مجم ثيامين، و٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و٠,٣ مجم نياسين، و٤٧ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح مما تقدم أن الكرنب من الخضر الغنية جدًا بالنياسين كما أنه غنيًا بفيتامين ج (حامض الأسكوربيك)، ومتوسطًا فى محتواه من الكالسيوم.

ويعتبر الكرنب الأحمر من النباتات الغنية بالصبغات الأنثوسيانينية، وهى من مشتقات السيانيدين cyanidin derivatives.

القنبيط

يؤكل من القنبيط القرص curd – وهو الذى يطلق عليه مجازًا اسم القرص الزهرى – ويستعمل مطبوخًا، ومسلوقًا، وفى عمل المخللات. ويحتوى كل ١٠٠جم من الجزء المستعمل فى الغذاء من القرص على المكونات الغذائية التالية: ٩١.٠ جم رطوبة، و٢٧ سعرًا حراريًا، و٢.٧ جم بروتينًا، و٠.٢ جم دهونًا، و٥.٢ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٠ جم أليافًا، و٠.٩ جم رمادًا، و٢٥ مجم كالسيوم، و٥٦ مجم فوسفورًا، و١.١ مجم حديدًا، و١٣ مجم صوديوم، و٢٩٥ مجم بوتاسيوم، و٢٤ مجم مغنيسيوم، و٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.١١ مجم ثيامين، و٠.١ مجم ريبوفلافين، و٠.٧ مجم نياسين، و٧٨ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن القنبيط من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والغنية بحامض الأسكوربيك (فيتامين ج) كما أنه متوسط فى محتواه من كل من الكالسيوم، والفوسفور، والحديد.

اللفت

يزرع اللفت لأجل جذوره، وأوراقه التى تستعمل فى عمل المخللات. كما أن جذوره تطهى، وقد تستعمل بعد غليها مع الدبس (العسل الأسود) المخفف بالماء كما فى بعض الدول العربية. ويطلق اسم الجذر – مجازًا – على الجزء المستخدم فى الغذاء، ولكنه يتكون – نباتيًا – من السويقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر.

يبين جدول (٣- ١٦، عن Watt & Merrill ١٩٦٣) محتوى جذور، وأوراق اللفت من العناصر الغذائية، ويتضح منه أن الجذور تعد من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من كل من الكالسيوم، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. أما الأوراق.. فإنها غنية جدًا بالكالسيوم، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، والثيامين.

جدول (٣- ١٦)

المحتوى الغذائي لكل ١٠٠جم من جذور، وأوراق اللفت

العنصر الغذائي	الجذور	الأوراق
الرطوبة (جم)	٩١,٥	٩٠,٣
سعرات الحرارية	٣٠	٢٨
بروتين (جم)	١,٠	٣,٠
دهون (جم)	٠,٢	٠,٣
كربوهيدرات كلية (جم)	٦,٦	٥,٠
ألياف (جم)	٠,٩	٠,٨
رماد (جم)	٠,٧	١,٤
كالسيوم (مجم)	٣٩	٢٤٦
فوسفور (مجم)	٣٠	٥٨
حديد (مجم)	٠,٥	١,٨
صوديوم (مجم)	٤٩	—
بوتاسيوم (مجم)	٢٦٨	—
فيتامين أ (وحدة دولية)	آثار	٧٦٠٠
ثيامين (مجم)	٠,٠٤	٠,٢١
ريبوفلافين (مجم)	٠,٠٧	٠,٣٩
نياسين (مجم)	٠,٦٠	٠,٨٠
حامض الأسكوربيك (مجم)	٣٦	١٣٩
مغنيسيوم (مجم)	٢٠	٥٨

الفجل

يزرع الفجل لأجل أوراقه، وجذوره التي تؤكل طازجة، كما تطهى جذور بعض أصنافه. ويحتوى كل ١٠٠ جم من جذور الفجل على المكونات الغذائية التالية: ٩٤,٥ جم رطوبة، و١٧ سعرًا حراريًا، و١,٠ جم بروتينًا، و٠,١ جم دهونًا، و٣,٦ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٧ جم ألياقا، و٠,٨ جم رمادًا، و٣٠ مجم كالسيوم، و٣١ مجم فوسفورًا، و١,٠ مجم حديدًا، و١٨ مجم صوديوم، و٣٢٢ مجم بوتاسيوم، و١٥ مجم مغنيسيوم، و١٠ وحدات دولية من فيتامين أ،

و٠.٠٣ مجم ثيامين، و٠.٠٣ مجم نياسين، و٢٦ مجم من حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح مما تقدم.. أن الفجل يعد متوسطًا فى محتواه من الكالسيوم، والحديد، وحامض الأسكوربيك. وتعد أوراق الفجل أغنى من جذوره فى محتواها من فيتامين أ.

وتتوفر الصبغات الأنثوسيانينية فى طبقة الجلد الخارجية لجذور الفجل الحمراء بتركيزات وصلت فى الأصناف المبكرة إلى ٣٩.٣- ٨٥ مجم/١٠٠جم. أما الأصناف المتأخرة ذات الجذور الحمراء من الداخل فقد وصل تركيز الصبغات الأنثوسيانينية فيها إلى ١٢.٢- ٥٣ مجم/١٠٠جم من الجذور. وقد قدر إنتاج الصبغات الأنثوسيانينية بنحو ١.٣- ١٤ كجم/هكتار (٠.٥٤- ٥.٩ كجم/فدان)؛ بما يعنى أن إنتاج الصبغة قد يكون اقتصاديًا على النطاق التجارى (Giusti وآخرون ١٩٩٨).

نبت البذور seed sprouts

إن نبت البذور الذى يعد من الخضر البيبى – والذى يمكن الحصول عليه فى سبعة أيام – لهوَ أغنى كثيرًا فى القيمة الغذائية عن البذور ذاتها، وعن كثير من الخضر الأخرى، فضلاً عن أنها تزن عدة أضعاف وزن البذور التى تنمو منها، وتبلغ فى نبت بذور البرسيم الحجازى – على سبيل المثال – ١٠-١٤ ضعف وزن البذور ذاتها.

وللدلالة على القيمة الغذائية للنبت، يُذكر أن نبت بذور البرسيم الحجازى يحتوى على كلوروفيل أكثر مما تحتوى عليه السبانخ والكرنب والبقدونس. ويحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى ودوار الشمس والفجل على بروتين بنسبة ٤٪، بينما تحتوى السبانخ على ٣٪ بروتين، وخس الرومين على ١.٥٪، وخس الآيس برج (الكابوتشا) على ٠.٨٪، والحليب على ٣.٣٪؛ علمًا بأن جميع هذه الأغذية تحتوى على الماء بنسبة ٩٠٪. وبينما تبلغ نسبة البروتين ١٩٪ فى اللحم، و١٣٪ فى البيض، فإن نسبة البروتين تصل إلى ٢٨٪ فى نبت بذور فول الصويا، وإلى ٢٦٪ فى نبت بذور العدس والبسلة. وفى الوقت الذى يحتوى فيه نبت فول الصويا على ضعف ما يحتويه البيض من بروتين، فإن محتواه من الدهون لا يتعدى ١٠٪ من محتوى البيض من الدهون.

أما نبت الحبوب ودوار الشمس، فإنهما غنيان بالدهون. ونظرًا لسرعة تزنخ الدهون فى نبت حبوب القمح فإنها يجب أن تبقى مبردة. ويتحلل زيت جنين القمح الهام صحيًا فى نبت الحبوب إلى الأحماض الأمينية الضرورية، وهى التى يكون ٥٠٪ منها أوميجا٦ Omega6 ذو الأهمية الطبية البالغة. وبينما يُعد زيت بذرة دوار الشمس أحد أهم وأجود مصادر أوميجا٦، فإن إنبات بذور دوار

الشمس إلى نبت يكون مصاحبًا بتحول الأحماض الدهنية إلى صورة سهلة الهضم وقابلة للذوبان فى الماء تُغنى الجسم عن مشقة تحليله، وتجعل النبت بقوام قصم وطعم مرغوب فيه.

ويحتوى نبت بذور الفجل على ٢٩ مجم فيتامين ج/١٠٠جم، مقارنة بمحتوى يبلغ ملليجرام واحد لكل ١٠٠جم فى الحليب، ويحتوى على ٣٩١ وحدة دولية من فيتامين أ مقارنة بـ ١٢٦ فى الحليب، كما يزيد فيه محتوى الكالسيوم لنحو عشرة أضعاف محتوى الكالسيوم فى البطاطس (٥١ مجم مقارنة بـ٥ مجم). وبينما تحتوى جذور الفجل على ١٠ وحدات دولية من فيتامين أ، فإن نبت بذور الفجل تحتوى على ٣٩١ وحدة دولية (Steve Meyerowitz - ٢٠٠٨ - الإنترنت http://www.isga-sprouts.org/nutrit1.htm).

وعندما قورن نبت بذور العدس والبروكولى والبرسيم والأمارانث والقمح والفجل والبسلة والبرسيم الحجازى من حيث جودة الطعم والقيمة الغذائية، وجد أن نبت بذور الفجل والبرسيم الحجازى والعدس كان الأفضل طعمًا، ونبت البروكولى والفجل كان الأعلى محتوى فى كل من الكاروتينات الكلية والبيتا كاروتين، وكذلك الأعلى فى نشاط مضادات الأكسدة (Gajewski وآخرون ٢٠٠٨).

الفطريات (المشروم أو عيش الغراب)

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من عيش الغراب العادى الطازج على المكونات الغذائية التالية: ٩٠,٤ جم رطوبة، و٢٨ سعرًا حراريًا، و٢,٧ جم بروتينًا، و٠,٣ جم دهونًا، و٤,٤ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم أليافًا، و٠,٩ جم رمادًا، و٦ مجم كالسيوم، و١١٦ مجم فوسفورًا، و٠,٨ مجم حديدًا، و١٥ مجم صوديوم، و٤١٤ مجم بوتاسيوم، وآثار من فيتامين أ، و٠,١ مجم ثيامين، و٠,٤٦ مجم ريبوفلافين، و٤,٢ مجم نياسين، و٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt& Merrill ١٩٦٣).

ويبين جدولا (٣-١٧)، و(٣-١٨) المحتوى الغذائى لبعض أنواع المشروم من مختلف العناصر الغذائية على أساس الوزن الطازج والجاف، على التوالى.

وبصورة عامة.. فإن المشروم يعد من الخضر المتوسطة إلى الجيدة فى المحتوى الغذائى، فهو يحتوى على الإرجوستيرول ergosterol الذى يمكن أن يتحول فى جسم

الإنسان إلى فيتامين د، وهو ذو محتوى عالٍ من المعادن والألياف، كما أنه منخفض فى الدهون والسعرات الحرارية، ويحتوى على فيتامينات ب وكثير من الأحماض الأمينية بتركيزات جيدة.

جدول (٣– ١٧)

محتوى بعض أنواع المشروم المزروعة من بعض المكونات الغذائية الرئيسية

(٪ على أساس الوزن الطازج) (عن **Bahl** ١٩٩٤)

النوع	الرطوبة	الرماد	البروتين	الدهون	الألياف
Agaricus bisporous	٨٩.٥	١.٢٥	٣.٩٤	٠.١٩	١.٠٩
Lepiota sp.	٩١.٠	١.٠٩	٣.٣٠	٠.١٨	٠.٨٦
Pleurotus sp.	٩٠.٠	٠.٩٧	٢.٧٨	٠.٦٥	١.٠٨
Pleurotus astreatus	٩٢.٥	–	٢.١٥	–	–
Termitomyces sp.	٩١.٣	٠.٨١	٤.١	٠.٢٢	١.١٣
Volvariella diplasia	٩٠.٤	١.١٠	٣.٩	٠.٢٥	١.٦٧
Volvariella volvacea	٨٨.٤	١.٤٦	٤.٩٨	٠.٧٤	١.٣٨

جدول (٣– ١٨)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض المكونات الغذائية الرئيسية (على أساس الوزن الجاف)

(عن **Salunkhe & Kadam** ١٩٩٨)

النوع	الرطوبة (٪)	البروتين (٪) (N× ٤.٣٨)	الدهون (٪)	المواد الكربوهيدراتية (٪)	الألياف (٪)	الرماد (٪)	السعرات الحرارية
Pleurotus flabellatus	٩١	٢١.٦	١.٨	٥٧.٤	١١.٩	١٠.٧	٢٧١
Pleurotus ostreatus	٧٣	١٠.٥	١.٦	٨١.٨	٧.٥	٦.١	٣٦٧
Agaricus campestris	٨٩	٢٦.٣	١.٨	٥٩.٨	١٠.٤	١٢.٠	٣٢٨
Volvariella diplasia	٩٠	٢٨.٥	٢.٦	٥٧.٤	١٧.٤	١١.٥	٣٠٤
Lentinus edodes	٩٠	١٧.٥	٨.٠	٦٧.٥	٨.٠	٧.٠	٣٨٧

المواد الكربوهيدراتية

يقدر المحتوى الكربوهيدراتى للمشروم بنحو ٤,٢٪ من الوزن الطازج. ويعتبر الجليكوجين glycogen ونصف السيليلوز hemicellulose أهم ما يحتويه المشروم من مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر، ويقدر محتوى الجليكوجين بنحو ٢٪ - ٤٪ من الوزن الجاف للمشروم فى مرحلة الزرار button المبكرة، ترتفع إلى نحو ٥٪ - ٨٪ فى الأجسام الثمرية المسطحة (flat) عند النضج. أما المواد الكربوهيدراتية الحرة التى توجد فى المشروم فهى الفراكتوز، والجلوكوز، والمانيتول، والسكروز، ويعد المانيتول – الذى يشكل نحو ١٠٪ من الوزن الجاف للمشروم – بمدى يتراوح بين ١١٪، و١٩٪ - أهم المركبات الكربوهيدراتية ذات الوزن الجزيئى المنخفض فى المشروم. هذا .. ويتعرض جزء كبير من المحتوى الكربوهيدراتى للمشروم للفقد عند تعليبه.

الألياف

يحتوى المشروم على ألياف يتكون معظمها من الشيتين chitin (وهو polymer of N-acetyl-D-glucosamine residue) الذى يوجد فى الجدر الخلوية، ويشكل نحو ٠,٥٪ - ٠,٦٪ من الوزن الطازج للجسم الثمرى.

الطاقة

يحتوى المشروم على نحو ٨٥-١٢٥ كيلوجول kJ – فى المتوسط – بكل ١٠٠جم علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ تقدر بنحو ١٠٠٠٠كيلوجول يوميًا، مما يجعل المشروم مناسبًا للاستعمال فى أى حمية غذائية لإنقاص الوزن.

الدهون

يتراوح محتوى المشروم من الدهون بين ٠,١٪، ٠,٣٪ على أساس الوزن الطازج. ويتميز دهن المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الدهنى الضرورى: حامض اللينوليك linoleic acid، الذى يقدر بنحو ٦٣٪ - ٧٤٪ من الأحماض الدهنية الضرورية، بينما يعد الحامضين بالمتك palitic واستيارك stearic أهم الأحماض الدهنية الأخرى بالمشروم.

البروتين

تتراوح القيم المنشورة عن المحتوى البروتيني للمشروم – على أساس الوزن الطازج – بين ١.٨٪، و٥.٩٪ إلا أن القيمة المتفق عليها تقدر بنحو ٣.٧٪ بمدى يتراوح بين ٣.٥٪، و٤.٠٪ ولعل السبب في الارتفاع غير المبرر لنسبة البروتين في الدراسات المبكرة أنها كانت تُحسب بضرب النيتروجين الكلي × ٦.٢٥، علمًا بأن جزءًا كبيرًا من ذلك النيتروجين ليس بروتينًا؛ مما يستتبع خفض القيم المحسوبة للنيتروجين عن القيم المنشورة فعلاً.

كذلك فإن القيم المحسوبة للمحتوى البروتيني للمشروم – على أساس الوزن الجاف – شهدت قدرًا أكبر من التباين وتضمنت قدرًا أكبر من الخطأ. وقد قدرت تلك القيم – في ميسيليوم أنواع مختلفة من عيش الغراب العادي – بين ٢٨٪، و٤٥٪ (عن Manning ١٩٨٥).

وعلى الرغم من عدم تباين سلالات مختلفة من المشروم العادي *A. bisporus* في محتواها من المادة الجافة، فإنها تباينت في محتواها من البروتين بين ٢٦.٨٪، و٤١.٢٪ على أساس الوزن الجاف (Kumar وآخرون ١٩٩١).

وبدراسة المحتوى البروتيني لثمانية أنواع شائعة من المشروم، كان أغناها النوعين: *Marasmius oreades* بمحتوى قدره ٥٢.٨٢٪ (على أساس الوزن الجاف)، و *Lepista nebularis* بمحتوى قدره ٣٩.٠٢٪ (Vetter ١٩٩٣).

ويؤكد Braaksma & Schaap (١٩٦٦) أن المحتوى البروتيني للمشروم العادي *A. bisporus* لا يتعدى ٠.٥٪ على أساس الوزن الطازج، و٧٪ على أساس الوزن الجاف، وهو ما يساوي ¼ التقديرات التي تنتشر – عادة – عن المحتوى البروتيني للمشروم.

ويمكن القول إجمالاً أن المحتوى البروتيني للمشروم الطازج يبلغ حوالي ضعف المحتوى البروتيني لمعظم الخضر الأخرى باستثناء البقوليات، وكرنب بروكسل. وفي المقابل.. ينخفض المحتوى البروتيني للمشروم كثيرًا عما في الأغذية البروتينية، مثل اللحوم

(١٤٪ - ٢٠٪)، والأسماك (١٥٪ - ٢٠٪)، والبيض (١٣٪)، والجبن (٢٥٪)، كما يقل محتواه البروتينى عما فى الخبز (٩٪).

وعلى الرغم من أن قابلية بروتين المشروم للهضم (digestibility) عالية – حيث قدرت بين ٧١٪، و٩٠٪ - إلا أن تلك القيم أقل مما فى اللحوم.

ولا يعد بروتين المشروم كاملاً من حيث القيمة الغذائية، حيث تقدر قيمته بأقل من ٦٠٪ من تلك المقدرة للبروتين: كازين casein.

هذا.. وتوجد اختلافات جوهرية بين سلالات المشروم (فضلاً عن أنواعه) فى محتواها من مختلف الأحماض الأمينية. وعلى الرغم من توفر جميع الأحماض الأمينية الضرورية ببروتين المشروم، إلا أنه فقير للغاية فى الحامضين الأمينيين سيستين cysteine، ومثيونين methionine. ويتميز المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine، الذى يقدر – فى المتوسط – بنحو ١٠٪ من البروتين.

ويعد بروتين المشروم – بصورة عامة – أقل قيمة غذائيًا من بروتين اللحم نظرًا لانخفاض محتواه من بعض الأحماض الأمينية الضرورية؛ فعلى الرغم من احتواء المشروم على الثريونين threonine، والفالين valine، والفنيل آلانين phenylalanine بتركيزات مماثلة لتلك التى توجد فى اللحوم، فإنه يعد أقل من اللحوم قليلاً فى كل من الأحماض الأمينية الضرورية: الأيزوليوسين isoleucine، والليوسين leucine، والليسين lysine، والهستيدين histidine. كذلك ينخفض محتوى المثيونين methionine، والسيستين cysteine فى المشروم كثيرًا عما فى بروتين اللحوم، وإن كان يتساوى فيهما مع معظم الخضر. ويعد بروتين المشروم أعلى نسبيًا فى كل من الليسين والتربتوفان tryptophan عما فى بروتين الخضر الأخرى. وبذا.. يمكن اعتبار بروتين المشروم وسطًا فى قيمته الغذائية بين بروتين اللحوم وبروتين الخضروات الأخرى (جدولا ٣-١٩ و٣- ٢٠).

جدول (٣-١٩)

محتوى عيش الغراب العادى ***A. bisporus*** من الأحماض الأمينية

(عن **Bahl** ١٩٩٤)

الحامض الأميني	المحتوى (جم/١٠٠جم وزن جاف)
الآلانين **alanine**	٢.٤٠
الأرجنين **arginine**	١.٩٠
حامض الأسبارتك **aspartic acid**	٣.١٤
السيستين **cystine**	١.١٨
حامض الجلوتامك **glutamic acid**	٧.٠٦
الجليسين **glycine**	١.٢٠
الهستيدين **histidine**	٠.٦٤
الأيزوليوسين **isoleucine**	١.٢٨
الليوسين **leucine**	٢.١٦
الليسين **lysine**	١.٦٢
المثيونين **methionine**	٠.٣٩
الفينيل آلانين **phenylalanine**	١.٥٥
البرولين **proline**	٢.٥٠
السيرين **serine**	١.٨٩
الثريونين **threonine**	١.٤٨
التربتوفان **tryptophan**	٣.٩٤
التيروزين **tyrosine**	٠.٧٨
الفالين **valine**	١.٦٣

جدول (٣-٢٠)

محتوى بعض أنواع المشروم من الأحماض الأمينية الضرورية، مقارنة ببروتين البيض (جم حامض أميني/١٠٠جم من البروتين) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

الحامض الأميني	*P. flabellatus*	*A. bisporus*	*V. diplasia*	*L. edodes*	بروتين البيض
Leucine	٦,٢	٧,٥	٥,٠	٧,٩	٨,٨
Isoleucine	٨,٣	٤,٥	٧,٨	٤,٩	٦,٦
Valine	٦,٦	٢,٥	٩,٢	٣,٧	٧,٣
Tryptophan	١,٣	٢,٠	١,٥	–	١,٦
Lysine	٧,٥	٩,١	٦,١	٤,٣	٦,٤
Threonine	٥,٩	٦,١	٨,٤	٥,٩	٥,١
Phenylalanine	٢,٨	٤,٢	٧,٠	٥,٩	٥,٨
Trosine	٢,٨	٣,٨	٢,٢	٣,٩	٤,٢
Cystine	١,١	١,٠	٣,٢	–	٢,٤
Methionine	١,٧	٠,٩	١,٢	١,٩	٣,١
Arginine	٩,٥	١٢,١	٩,٣	٧,٩	٦,٥
histidine	٣,٠	٢,٧	٤,٢	١,٩	٢,٤
مجموع الأحماض الأمينية الضرورية ما عدا الأرجنين والهستيدين	٤٤,٢	٤١,٦	٥٠,١	٣٨,٤	٥١,٣

تشكل الأحماض الأمينية الحرة نسبة كبيرة من النيتروجين الكلى للمشروم، تقدر بنحو ١٦٪ - ١٨٪ . ويشكل حامض الجلوتامك glutamic acid – وحدة – حوالى ٢٢٪ - ٢٥٪ من نيتروجين الأحماض الأمينية الحرة، بينما يشكل البرولين proline، والآلانين alanine، وحامض الأسبارتك aspartic acid، والليسين lysine، والأورنويثين ornoithine والسيرين serine معظم النسبة المتبقية (عن Manning ١٩٨٥).

وقد اقترح Eicker (١٩٩٣) التوسع فى زراعة المشروم – وخاصة .*Pleurotus* spp – لتحويل الكم الهائل من المخلفات الزراعية المتاحة إلى بروتين يُسهم فى تحسين الحالة الغذائية

بقارة أفريقيا. هذا .. إلا أنه يمكن القول – إجمالاً – أنه مقارنة بالمصادر البروتينية الأخرى للبروتين – فإن عيش الغراب يعد مصدرًا بروتينيًا مكلفًا جدًا، مع الأخذ فى الاعتبار المحتوى البروتينى الكلى للمشروم، وقابليته للهضم، ونوعيته، الأمر الذى حدا ببعض العلماء المختصين إلى الإقرار بأن إنتاج المشروم على نطاق واسع بهدف تحسين الوضع الغذائى فى أى دولة بصورة ملموسة لا يمكن أن يكون أمرًا واقعيًا.

وعلى الرغم من احتواء الغزل الفطرى للمشروم على قيمة غذائية معادلة تقريبًا للقيمة الغذائية للأجسام الثمرية، فإن إنتاج الميسيليوم على نطاق واسع لتوفير بروتين رخيص لا يعد أمرًا واقعيًا كذلك، لأنه من غير المحتمل إقبال معظم الناس على استهلاك ميسيليوم المشروم كبديل للمشروم ذاته (عن Manning ١٩٨٥).

العناصر

يحتوى المشروم على تركيزات عالية من كل من البوتاسيوم، والفوسفور، والنحاس، والحديد، ولكن ينخفض محتواه من الكالسيوم. ويتواجد الفوسفور – بصورة خاصة – بتركيزات عالية فى الجسم الثمرى، ويتركز الحديد فى الطبقة السطحية. ويمكن للمشروم مد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من هذين العنصرين، وكذلك من عنصر البوتاسيوم حيث يكفى استهلاك ٢٠٠ جم من المشروم لحصول الإنسان على حاجته اليومية من هذا العنصر.

ويتراكم النحاس فى المشروم العادى بالطبقة السطحية لكل من القلنسوة والخياشيم، ويمكن الحصول على أكثر من ٥٠٪ من حاجة الفرد اليومية من هذا العنصر – والتى تقدر بنحو ١,٥ – ٢ مجم – باستهلاك ١٠٠ جم من المشروم.

كذلك يمد المشروم الجسم بكميات جوهرية من عناصر أخرى تلعب دورًا فى وظائف الإنزيمات، بما فى ذلك المنجنيز، والموليبدنم، والزنك بصورة خاصة (عن Manning ١٩٨٥).

وبدراسة محتوى ثمانية أنواع من المشروم من العناصر كان أعلاها محتوى من الفوسفور النوع: *Lepista nebularis* بمتوسط قدره ١٦,٧جم/كجم وزن جاف، والنوع *Marasmius oreades* بمتوسط قدره ١٦,٩جم/كجم، ولكن تراوح محتوى الفوسفور فى معظم الأنواع بين ٦، و٧ جم/كجم وزن جاف، كما تراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٣٠، و٤٠ جم/كجم، والكالسيوم بين ٠,٢، و٠,٣ جم/كجم وزن جاف (Vetter ١٩٩٣).

ونعرض فى جداول (٣-٢١)، و(٣- ٢٢)، و(٣- ٢٣) محتوى بعض أنواع المشروم من مختلف العناصر.

جدول (٣-٢١)

محتوى المشروم العادى ***Agaricus bisporus*** من العناصر

العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام وزن طازج	العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام وزن طازج
النيتروجين	٦,٩ جم	الكوبالت	أقل من ٥ ميكروجرام
البوتاسيوم	٦,٢ جم	النيكل	٠,٠٢ مجم
الكالسيوم	٠,٠٤ جم	الكروم	١٠ ميكروجرام
المغنيسيوم	٠,١٦ جم	السيلينيوم	٣٠ ميكروجرام
الفوسفور	٠,٧٥ جم	الروبيدنم	٤,٢ مجم
الكبريت	٠,٤٨ جم	الألومنيوم	١٤ مجم
الحديد	٧,٨ جم	البورون	٠,٢٩ مجم
النحاس	٩,٤ مجم	الزئبق	٢٢٠ ميكروجرام
المنجنيز	٠,٨٣ مجم	الكادميم	١٠ ميكروجرام
الزنك	٨,٦ مجم	الرصاص	١٠ ميكروجرام
		الرماد	١٣ جم

جدول (٣-٢٢)

محتوى بعض أنواع المشروم من العناصر (على أساس الوزن الجاف) (عن **Salunkhe & Kadam** ١٩٩٨)

العنصر	*P. flabellatus*	*A. campestris*	*V. diplasia*	*L. edodes*
الكالسيوم (مجم/١٠٠جم)	٢٤	٢٣	٥٨	١١٨
الفوسفور (مجم/١٠٠جم)	١٥٥٠	١٤٢٩	١٠٤٢	٦٥٠
البوتاسيوم (مجم/١٠٠جم)	٣٧٦٠	٤٧٦٢	٣٣٣٣	١٢٤٦
الحديد (جزء فى المليون)	١٢٤	١٨٦	١٧٧	٣٠
الزنك (جزء فى المليون)	٥٨,٦	–	–	–
النحاس (جزء فى المليون)	٢١,٩	١٢,٨	–	–

جدول (٣-٢٣)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض العناصر (مجم/١٠٠جم وزن جاف) (عن Bahl ١٩٩٤)

النوع	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
Agaricus bisporus	٢٣	١٤٢٩	٠.٢	–	٤٧٦٢
Lentinus edodes	٣٣	١٣٤٨	١٥.٢	٨٣٧	٣٧٩٣
Pleurotus ostreatus	٩٨	٤٧٦	٨.٥	٦١	–
Volvariella volvacea	٧١	٦٧٧	١٧.١	٣٧٤	٣٤٥٥

الفيتامينات

يعد المشروم مصدرًا ممتازًا لكل من فيتامينات: الريبوفلافين **riboflavin**، وحامض النيكوتينك **nicotinic acid** (النياسين **niacin**)، ومصدرًا جيدًا لحامض البانتوثنك **pantothenic acid**. كذلك يرتفع محتوى المشروم من حامض الفوليك **folic acid**، كما وجد البيوتين **biotin** فى المشروم بتركيزات قدرت بنحو ٦ ميكروجرام/١٠٠جم وزن طازج.

ويتميز المشروم – خاصة – بارتفاع محتواه من فيتامين ب١٢ B_{12}، الذى قدر بنحو ٠.٣٢- ٠.٦٥ ميكروجرام/جم وزن طازج؛ علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ من هذا الفيتامين – الذى يؤدى نقصه إلى الإصابة بالأنيميا الحادة وتدهور فى النخاع الشوكى – تقدر بنحو ميكروجرام واحد يوميًا، بما يعنى إمكان الحصول على أكثر من حاجة الفرد من هذا الفيتامين من ثلاثة جرامات فقط من المشروم.

وبينما يحتوى المشروم على حامض الفوليك **folic acid**، فإن معظم الخضروات تفتقر إلى هذا الفيتامين (عن **Manning** ١٩٨٥).

وتتفاوت أنواع المشروم فى محتواها من حامض الأسكوربيك من مجرد آثار كما فى عيش الغراب المحارى *Pleurotus ostreatus* إلى ٨١.٩ مجم / ١٠٠جم وزن جاف كما فى عيش

الغراب العادى *Agaricus bisporus* (جدول ٣- ٢٤)، وبذا .. يعد المشروم فقير جدًا فى محتواه من هذا الفيتامين، كما أنه لا يحتوى على أى قدر من فيتامين أ (عن Bahl ١٩٩٤).

جدول (٣- ٢٤)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض الفيتامينات (مجم/١٠٠جم وزن جاف

(عن Bahl ١٩٩٤)

النوع	الثيامين	الريبوفلافين	النياسين	حامض الأسكوربيك
Agaricus bisporus	١,١	٥,٠	٥٥,٧	٨١,٩
Lentinus edodes	٧,٨	٤,٠٩	٥٤,٩	آثار
Pleurotus ostreatus	٤,٨	٤,٧	١٠٨,٧	آثار
Volvariella volvacea	١,٢	٣,٣	٩١,٩	٢٠,٢

ويقدر محتوى المشروم من حامض الفوليك folic acid (بالميكروجرام لكل ١٠٠جم وزن جاف) بنحو ١٢٢٢ ميكروجرام فى النوع *P. flabellatus*، و٩٣٣ ميكروجرام فى النوع *A. bisporus*.

ويحتوى المشروم (المحارى *P. ostreatus*) على الإرجسترول ergosterol واثنان من إسترات الأحماض الدهنية للإرجسترول، وكذلك على الإرجسترول 4,6,8,22-tetraen-3-one (Chobot وآخرون ١٩٩٧)، علمًا بأن الإرجسترول يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين د. ويعد ذلك تميزًا للمشروم على جميع محاصيل الخضر الأخرى التى تفتقر تمامًا لفيتامين د. هذا .. وقد تراوح تركيز الإرجسترول فى الأجسام الثمرية لهذا الفطر بين ٠,١٢٤، ٠,٤٦٩ مجم٪ على أساس الوزن الجاف، وحُصل على أعلى تركيز من الإرجسترول عندما زرع هذا الفطر على بيئة من مخلفات البن فى ضوء النهار (Trigos وآخرون ١٩٩٧)، كذلك كان تركيز الإرجسترول ٠,٤٧٧ مجم٪ فى الفطر *P. sajor-caju* عندما زرع فى البيئة ذاتها (Trigos وآخرون ١٩٩٦).

الفصل الرابع

محتوى الخضر من المركبات ذات الأهمية الطبية

لا تقتصر الأهمية الطبية للخضر على ما تحتويه من مكونات غذائية غاية فى الأهمية لصحة الإنسان، مثل الفيتامينات والعناصر والبروتين والمركبات الكربوهيدراتية والدهنية (الأمر الذى تناولناه بالشرح فى الفصول الثلاثة الأولى من الكتاب)، وإنما تتعدى ذلك إلى ما تحتويه من مركبات أخرى كثيرة – تعد غالبيتها من مركبات الأيض الثانوية – ويكون لها تأثير مباشر على صحة الإنسان، حيث تقيه من أمراض كثيرة وخطيرة؛ الأمر الذى نتناوله بالشرح فى هذا الفصل.

علاقة محتوى الخضر من الفيتامينات والمعادن فى الوقاية من الأمراض

أسهبنا من قبل فى بيان محتوى الخضر من الفيتامينات والمعادن، ونربط تحت هذا العنوان بين ذلك المحتوى (فى الخضر والفاكهة) والوقاية من الأمراض، كما يتبين من جدول (٤- ١).

جدول (٤-١)

الخضر والفاكهة التى تعد من المصادر الغنية بمختلف المركبات المفيدة لصحة الإنسان (عن Kader وآخرين ٢٠٠٧)

المكون الغذائى	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
فيتامين C	البروكولى – الكرنب – الكنتالوب – الموالح – الجوافة – الكيوى – الخضر الورقية – الفلفل – الأناناس – البطاطس – الفراولة – الطماطم – البطيخ	منع الإسقربوط – المساعدة على التئام الجروح – المحافظة على المناعة الطبيعية للجسم
فيتامين A	الخضر داكنة الخضرة (مثل الكولارد وأوراق اللفت)– الخضر البرتقالية اللون (مثل الجزر – القرع العسلى – البطاطا)– الثمار البرتقالية اللُب (مثل المشمش– الكنتالوب – المانجو – النكتارين – البرتقال – الباباظ – الخوخ – البرسيمون – الأناناس) – الطماطم	تقليل أخطار الإصابة بالعشى الليلى والإجهاد المزمن والصدفية وأمراض القلب والذبحة وإعتام عدسة العين (الكتاراكت)
فيتامين K	النقل – البصل الأخضر – الصليبيات (الكرنب – البروكولى – كرنب بروكسل) – الخضر الورقية	تمثيل عوامل التجلط وتجنب هشاشة العظام

(يتبع)

تابع جدول (٤-١)

المكون الغذائي	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
فيتامين E	النقل (مثل اللوز – الكاجو – المكاداميا – البكان – الفستق – الجوز) – الذرة السكرية – الفاصوليا الجافة – الخضر الورقية الخضراء	تجنب أمراض القلب – العمل على أكسدة الدهون منخفضة الكثافة – المحافظة على الجهاز المناعى وتقليل مخاطر الإصابة بالسكر والسرطان
الألياف	معظم الخضر والفاكهة الطازجة – الفاصوليا والبسلة الجافة	تقليل مخاطر الإصابة بالسكر وأمراض القلب
حامض الفوليك	الخضر الورقية داكنة الخضرة (مثل السبانخ والخس) – البروكولى – كرنب بروكسل – البامية – الفاصوليا الجافة – البسلة الخضراء – الأسبرجس	تقليل مخاطر تشوه الأجنة والإصابة بالسرطان وأمراض القلب والجهاز العصبى
الكالسيوم	الفاصوليا الجافة والخضراء – الخضر الورقية – البامية – الطماطم – البسلة – الباباظ – البرتقال – اللوز – القرع العسلى – القنبيط – الروتاباجا	تقليل مخاطر هشاشة العظام والأسنان وضغط الدم
المغنيسيوم	السبانخ – البامية – البطاطس – الموز – النقل – الذرة السكرية – الكاجو	تجنب مخاطر الإصابة بهشاشة العظام ومشاكل الجهاز العصبى والأسنان والمحافظة على النظام المناعى
البوتاسيوم	البطاطس – البطاطا – الموز – الفاصوليا الجافة – الخضر الورقية – المشمش – البرقوق – البرتقال – الكوسة – الكنتالوب	تجنب مخاطر ضغط الدم المرتفع والذبحة وتصلب الشرايين
الليكوبين	الطماطم – البطيخ – الباباظ – الجوافة الحمراء – الجريب فروت الأحمر	تجنب مخاطر الإصابات السرطانية وأمراض القلب والمحافظة على خصوبة الذكور
الألفاكاروتين	البطاطا – المشمش – القرع العسلى والكنتالوب – الفاصوليا الخضراء – فاصوليا الليما – البروكولى – كرنب بروكسل – الكرنب – الكيل – الكيوى – الخس – البسلة – السبانخ – الخوخ – المانجو – الباباظ – الكوسة – الجزر	تقليل مخاطر الأورام السرطانية
البيتاكاروتين	الكنتالوب – الجزر – المشمش – البروكولى – الخس – السلق السويسرى – المانجو – البرسيمون – الفلفل الأحمر – السبانخ – البطاطا	تجنب مخاطر الإصابات السرطانية

ومن الفوائد الصحية المتميزة لبعض الخضر ما يلي:

• الكرنب

تُفيد الإندولات التى تتوفر فى الكرنب فى تثبيط سرطان القولون والمعدة والثدى، إلا أن كثرة تناوله قد يضر بالغدة الدرقية.

• الكرفس

يُعد الكرفس (أعناق الأوراق) من أغنى الخضر فى الألياف، فضلاً عن ارتفاع محتواه من كل من الفوسفور والمغنيسيوم والكالسيوم وحامض البانتوثنيك، وفيتامين B_6، والريبوفلافين والمنجنيز والبوتاسيوم وحامض الفوليك وفيتامينات K، و C، و A. وهو من أقل الخضر محتوى من السعرات الحرارية، ويعتبر محتواه منها سلبى نظرًا لأنه يستهلك فى هضمه سعرات حرارية تزيد عما يحتويه منها.

• الذرة السكرية

تُعد الذرة السكرية عالية المحتوى من البيتا كريبتوزانثين beta-cryptoxanthin، وهو مركب كاروتينى (يتوفر كذلك فى القرع العسلى والفلفل الأحمر) قد يقلل جوهريًا من الإصابة بسرطان الرئة، حتى ولو كان الفرد مدخنًا. وتعد الذرة السكرية غنية – كذلك – فى كل من الألياف وحامض الفوليك.

• الفجل

يتميز الفجل بمحتواه العالى من الألياف والمنخفض من الدهون؛ فضلاً عن غناه فى كل من البوتاسيوم وحامض الفوليك وفيتامين C والكالسيوم وفيتامين B_6 والريبوفلافين والمنجنيز والنحاس والمغنيسيوم.

• الفاصوليا الخضراء

تتميز الفاصوليا الخضراء بارتفاع محتواها من الألياف وفيتامين K، وفيتامين C، وفيتامين A، والمنجنيز.

• الخس

يحتوى الخس الرومين على كميات جيدة من فيتامينات K، و C، وA والمنجنيز وحامض الفوليك، فضلاً عن انخفاض محتواه من السعرات الحرارية (Banks ٢٠٠٨).

علاقة محتوى الخضر من مركبات الأيض الثانوية فى الوقاية من الأمراض

ننتقل الآن إلى بيان مجدول لمركبات الأيض الثانوية التى تتوفر فى الخضر والفاكهة وأهميتها فى الوقاية من الأمراض، كما يتضح فى جدول (٤- ٢). يُعد الجدول موجزًا لبعض ما يأتى بيانه فى هذا الفصل.

جدول (٤ – ٢)

مركبات الأيض الثانوية ذات الأهمية الطبية ومصادرها (عن Kader وآخرين ٢٠٠٧)

المركب	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
مركبات فينولية:		
• بروأنثوسيانينات Proanthocyanins، مثل الـ tannins	التفاح – العنب – الرمان	تجنب مخاطر الإصابة بالسرطان
• الأنثوسيانينات anthocyanins، مثل الـــ: cyanidin، وDelphinidin، و malavidin، و peonidin، وpelargonidin، و petunidin،	الثمار الحمراء والزرقاء والقرمزية (مثل التفاح والبلاكبرى والبلوبرى والعنب والنكتارين والخوخ والبرقوق والقراصيا والرمان والراسبرى والفراولة)	تجنب الإصابة بأمراض القلب وبدء الإصابة السرطانية وتقليل مخاطر الإصابة بالسكر وعتمة عدسة العين وضغط الدم والحساسية
• الــ flavan-3-ols، مثل الــ: Epicatechin، و catechin، و Epigallocatechin، و gallocatechin	التفاح – المشمش – البلاكبرى – البرقوق – الراسبرى – الفراولة	تجنب تكوين الجلطات والإصابات السرطانية

(يتبع)

تابع جدول (٤ – ٢)

المركب	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
* الفلافونات flavanones ، مثل الـ: hesperetin ، و naringenin ، و eriodictyol	البرتقال – الجريب فروت – الليمون البزهير والأضاليا – التانجارين	تجنب الإصابات السرطانية
* الفلافونولات flavonols، مثل الـ: quercetin ، و Kaempferol ، و myricetin و rutin	البصل – الفاصوليا الخضراء – البروكولى – الكرانبرى– الكيل – الفلفل – الخس	تقليل مخاطر الإصابة بأمراض القلب ونوبات الإصابات السرطانية، وحماية الأوعية الدموية
* الأحماض الفينولية، مثل: caffeic acid ، و chlorogenic acid ، وcoumatic acid و ellagic acid	البلاكبرى – الراسبرى – الفراولة – التفاح – الخوخ – البرقوق – الكريز	تقليل مخاطر الإصابة بالسرطان وزيادة الكوليسترول
مركبات كاروتينية:		
* الزانثوفيلات xanthophylls، مثل: lutein ، و zeaxanthin و β-cryptoxanthin	الذرة السكرية – السبانخ – البامية – الكنتالوب – الكوسة – أوراق اللفت	تقليل ظهور تلطخات الجلد
* المونوتربينات monoterpenes، مثل: limonene	الموالح	تقليل مخاطر الإصابات السرطانية
المركبات الكبريتية، مثل: glucosinolates ، و isothiocyanates و indoles ، و allicin و diallyl disulphide	البروكولى – كرنب بروكسل – الثوم – البصل – الشيف – الكرات	تقليل مخاطر الإصابات السرطانية وارتفاع مستوى الكوليسترول وارتفاع ضغط الدم والسكر

الفوائد الطبية المتداولة شعبيًا لمحاصيل الخضر

من بين الفوائد المتداولة شعبيًا والمعروفة لمحاصيل الخضر، ما يلى (عن شمس الزراعة مارس ٢٠٠٠):

المحصول	الأهمية الطبية
الخبيزة (الأوراق)	علاج النزلات المعوية والإصابات الصدرية وفقر الدم
الملوخية (الأوراق والبذور)	مليئة ومدرة للبول، وتفيد البذور مرضى روماتيزم القلب، ومرضى ضعف العضلة القلبية، وذلك لاحتواء البذور على جلوكوسيدات هامة، والأليتوريزيد، والكوركوروزيد
الكوسة (الثمار والبذور)	تفيد فى طرد السوائل من الجسم، وفى علاج البروستاتا وخفض ضغط الدم ومنع تكوين أورام والتهابات المثانة، وفى تقوية الذاكرة. والبذور طاردة للديدان.
الرجلة (الأوراق)	تخفيف آلام المغص الكلوى وتفيد فى نزول حصوات الجهاز البولى وفى علاج الذبحة الصدرية وقرحة المعدة والإثنى عشر.
الثوم (الفصوص)	مضاد للانتفاخ ، وقاتل للديدان المعوية، ومبطل لنمو الفطريات والبكتيريا، ومخفض لضغط الدم المرتفع، ومنشط لإفراز الصفراء، ومفيد فى تقوية الذاكرة. ويفيد استنشاق بخار الثوم فى علاج السل والزكام. كما يفيد تناول عدد من فصوص الثوم يوميًا فى حالات تصلب الشرايين ومعالجة تقلصات الجهاز الهضمى والتهاب المصران الأعور والرئتين والأنفلونزا.
الخيار (الثمار)	يقى الجسم من السموم، ويفيد مرضى البول السكرى وفى تخفيف التهابات المعدة، وينعم الجلد.
الجزر (الجذور)	يفيد مرضى الرمد الجاف والعشى الليلى، وهو مضاد للإسهال، وينظم عمل الغدة الدرقية، ويخفف من زيادة خفقان القلب والاضطرابات العصبية، ويقلل الإصابة بالأمراض الجلدية ومن ظهور حب الشباب، وهو طارد للديدان المعوية، والعصير مقو للبصر. وتفيد البذور فى علاج البلغم والسعال ويساعد على إدرار البول وعلاج حصاة المثانة.

المحصول	الأهمية الطبية
البقدونس (الأوراق والجذور والبذور)	تُفيد الأوراق فى إدرار البول، وهى مصدر جيد لكل من فيتامين أ، ج وعناصر الكالسيوم والحديد. ويفيد مغلى الأوراق والجذور فى علاج نمش الوجه والالتهابات الجلدية وحب الشباب. ويفيد مسحوق البذور فى سرعة نزول الدورة الشهرية وإدرار اللبن وطرد الغازات وتقليل آلام التقلصات المعوية، وتقليل احتمالات الإجهاض. ويحتوى زيت البذور على مادة الـ **apiole** المقوية جنسيًّا.
الكرفس (الأوراق)	التخلص من الغازات والانتفاخات المعوية، وهو منشط للرغبة الجنسية، وللإفرازات المعدة، ويفيد فى شفاء الربو وضيق التنفس والسعال وفى علاج الأطراف والنقرس. يفيد عصير الكرفس — مع عسل النحل — فى خفض ضغط الدم.
الشبت (الأوراق)	طارد للغازات ومهدئ ومسكن لالتهابات الأعصاب، ومفيد لمرضى السكر وفى علاج التهابات المثانة، ومدر للبن عند المرضعات وتستخدم البذور فى علاج أمراض الأوعية الدموية فى الأقدام، وفى علاج الاضطرابات المعوية ويفيد زيت الشبت فى علاج سوء الهضم وانتفاخ البطن عند الأطفال.
الفجل (الجذور والأوراق والبذور)	يُفيد عصير الفجل فى علاج أمراض الحصوات المرارية، ويعد العصير مسكنًا لآلام الساقين، ويعتبر دهانًا موضعيًّا لعلاج المفاصل. ويستخدم فى علاج السعال وإدرار البول، وهو مقوٍ للعظام، ونافع لمرضى البول السكرى والاضطرابات الكبدية، ويساعد فى إدرار اللبن للمرضعات، ويفيد فى علاج البلاجرا أو منع الإصابة بها.
الكرنب (الأوراق)	يُفيد مضغ الأوراق فى علاج التهابات اللثة، كما يُعد مضادًّا للقرحة المعدية. وهو يستعمل لعلاج الإمساك ومرض البول السكرى، ويستعمل مغلى الأوراق فى علاج السعال وطرد البلغم. ويفيد عصير الكرنب فى علاج قرحة المعدة والإثنى عشر وفى القضاء على الميكروبات الضارة.
السلق (الأوراق)	تُفيد شوربة السلق فى علاج آلام القولون والإمساك وغازات المعدة ويستخدم مهروس الأوراق المغلية لمدة ساعات كعجينة لعلاج البواسير.
السبانخ (الأوراق)	يُفيد فى علاج فقر الدم وضعف البنية، والإمساك والبواسير والتهابات الجهاز الهضمى.

المحصول	الأهمية الطبية
اللفت (الجذور والبذور)	مقوٍ للقلب ومدر للبول، وللبذور تأثيرات مماثلة.
البطيخ (الثمار)	ملين خفيف ويفيد تناوله على الريق فى إنزال الحصى الصغير من الكلى والحالب. ويُفيد لب البطيخ فى علاج حموضة المعدة.
الطماطم (الثمار)	يُفيد العصير فى علاج نزيف اللثة والتقلصات المعوية والتهابات المفاصل والجلد.
الجرجير (الأوراق)	يفيد عصير الأوراق فى تعويض الشعر المتساقط، ويستعمل مفروم الأوراق مع زيت الزيتون فى علاج الحروق. تساعد الأوراق فى خفض السكر فى البول وفى الشفاء من مرض السل الرئوى، وطرد البلغم، وإدرار الصفراء، وإدرار اللبن للمرضعات، ويستعمل كمقوٍ عام، وفى تخفيف آلام النقرس وتطهير الجهاز الهضمى، كما يُفيد مرضى الثعلبة.
الكرات (الأوراق)	يفيد فى علاج الأرق، ويساعد فى خفض ضغط الدم المرتفع، ويقوى الأعصاب ويفيد فى علاج حالات التهاب المفاصل والإمساك والسمنة.
البصل (الأبصال)	يفيد فى علاج اضطرابات الهضم، وطرد الغازات والديدان المعوية وطرد البلغم، وفى علاج البول السكرى، وهو مطهر وقاتل للجراثيم، ويفيد فى علاج السعال واحتباس البول المؤقت وضغط الدم.
الخرشوف (النورات)	يُنشط إفراز الصفراء، ويُفيد مرضى السكر والروماتيزم ويُعالج التهاب الكلى واحتباس البول ويذيب الكوليسترول.

المركبات الكيميائية النباتية الفعالة ضد الأمراض المزمنة

يُعنى بالمركبات الكيميائية النباتية phytochemicals تلك التى تُظهر نشاطا بيولوجيًا ضد الأمراض المزمنة chronic diseases، وهى لا تتضمن المغذيات nutrients مثل: المواد الكربوهيدراتية، والأحماض الأمينية، والبروتينات.

وقد قسمت المركبات الكيميائية النباتية تلك إلى عشر فئات، هى كما يلى (عن Kushad وآخرين ٢٠٠٣):

الفئة	الأمثلة
Carotenoids	∝-carotene, β-carotene, lutein,lycopene, and zeaxanthin.
Glucosinolates	Suforaphone, indoe-3- carbanol
Inositol phosphates	Phytate, inositol tetra- and penta-phosphate
Cyclic phenolies	Chlorogenic acid, ellagic acid, and coumarins
Phytoestrogens	Isoflavones, daidzein, genistein, and lignas
Phytosterols	Campesterol, β-sitosterol, and stigmasterol
Phenols	Flavonoids
Psotease inhibitors	
Saponin Sulfides & Thiols	

مضادات الأكسدة وأهم مصادرها

يتوفر عديد من المركبات النباتية التى تعمل كمضادات للأكسدة. ويمكن تعريف مضاد الأكسدة – كيميائيًا – بأنه أى مركب يؤدى تواجده بتركيزات منخفضة – مقارنة بتركيزات المواد القابلة للتأكسد – إلى تأخير أو تثبيط أكسدة تلك المواد. وترتبط تلك العناصر النشطة فى الأكسدة فى الإنسان والحيوان بكل من أكسدة الدهون والإضرار بالدنا (DNA) وبالنمو السرطانى. وتؤدى زيادة الحصول على المركبات المضادة للأكسدة فى الغذاء وتنوعها إلى زيادة فرص الحد من الإصابات السرطانية؛ بسبب التفاعل التداؤبى synergism الذى يحدث بين الفيتامينات والعناصر والمركبات الكيميائية النباتية التى يحتويها الغذاء.

ومن بين أهم مضادات الأكسدة الفينولات، والفيتامينات، مثل حامض الأسكوربيك، وفيتامين E (الـ tocopherols، والـ tocotrienols) والكاروتينات (مثل بوادئ فيتامين A) (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ومن أمثلة المركبات الكيميائية الأخرى – غير المغذيات – التى يمكن أن تُسهم كمضادات أكسدة الفلافونات والجلوتاثيون وبعض المعادن مثل السيلينيوم الذى يعمل كمرافق إنزيمى للـ glutathione peroxidase.

يُعرف ما لا يقل عن ٢٠٠٠ مركب فلافونى flavonoids قد يكون لها نشاط مضاد للأكسدة، وتتضمن: الفلافونولات flavonols (مثل الكورستين quercetin) والفلافونات flavones (مثل apigenin)، والفلافانونات flavanones (مثل الـ naringenin)، والأيزفلافونات isoflavones (مثل الـ genistein)، والفلافانولات flavanols (مثل الـ epictechin)، وكذلك الأنثوسيانينات، وهى التى تعد من البوليفينولات ذات الوزن الجزيئى المنخفض.

تتوفر الـ flavanols والـ flavones فى عديد من الأغذية وبخاصة فى الشاى *Camellia sinensis* والصليبيات، كما تعد الحبوب والخضر والفاكهة من مصادر الـ flavonoids.

ومن بين الـ flavonoids، فإن التانينات (وهى فينولات متعددة) من بين الأكثر أهمية لصحة الإنسان رغم عدم كونها من الفيتامينات. ولقد أظهر العديد منها، مثل: الأنثوسيانينات والـ flavonols والـ isoflavones نشاطًا مضادًا للنشاط السرطانى فى الحيوان. وقد تلعب التانينات دورها من خلال نشاطها المضاد للأكسدة وكحام لمغذيات أخرى من أضرار الأكسدة (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

تفيد مضادات الأكسدة فى حماية الإنسان من الإصابة بعديد من الأمراض الخطيرة مثل السرطان وأمراض القلب. وعلى الرغم من تباين الخضر والفاكهة كثيرًا فى محتواها من تلك المركبات فإنه يوصى باستهلاك أنواع متنوعة منها يوميًا بدلاً من التركيز على محصول واحد فقط منها، حتى ولو كان أغناها فى مضادات الأكسدة. ويشبّه البعض تأثير استهلاك أنواع متنوعة منها بالأوركسترا التى تعطى معزوفة موسيقية أفضل من تلك التى تعطيها آلة موسيقية واحدة. ولذا .. فإنه يوصى — دائمًا — بإدخال الخضر والفاكهة ضمن الغذاء بما لا يقل عن خمس مرات يوميًا.

وقد قدرت كفاءة مختلف أنواع الخضر والفاكهة الكلية كمضادات للأكسدة بالميكرومول/ جم من مكافئات الـ الترولوكس Trolox equivalents (الـ Trolox هو: 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman 2-carboxylic acid)، ووجد أنها تترتب تنازليًا فى مجموعات، كما يلى:

uMl/جم من مكافئات الترولوكس	الأغذية
> ٢٠	الفاكهة ذات النواة الحجرية (وبخاصة البرقوق والقراصيا) – الأعناب والزبيب – البلوبرى – الكرانبرى– البلاكبرى.
١٠ – ٢٠	الفراولة – الراسبرى الأحمر – الثوم – الكيل – السبانخ
٥ – ٩.٩	كرنب بروكسل – نبت بذور البرسيم الحجازى – البروكولى – البنجر – البرتقال – العنب الأحمر – الفلفل الحلو الأحمر – الكريز – الكيوى.
< ٥	الجريب فروت الأحمر – العنب الأبيض – البصل – الذرة الحلوة – الباذنجان – القنبيط – البطاطس – الخس– الموز – التفاح – الجزر – الفاصوليا الخضراء – الطماطم – الكوسة الصفراء – الكمثرى – الكنتالوب – الكرفس – الخيار.

(Prior & Cao ٢٠٠٠).

متعددات الفينول

تُشكل عديدات الفينول phlyphenolics أكبر مجموعة من المركبات النباتية التى تشيع فى كل المملكة النباتية ، وهى المسئولة جزئيًا عن خصائص المرارة والطعم القابض. ويُعرف أكثر من ٨٠٠٠ نوع من عديدات الفينول يتواجد معظمها فى الأعشاب والخضر والفاكهة، وتتباين فى حجمها الجزيئى من الصغير إلى المعقد بوزن جزيئى يزيد عن ٣٠ كيلو دالتون. وتتضمن عديدات الفينول مجموعتين رئيسيتين من المركبات، هى:

أولاً: الفينولات phenolics والفلافونويدات flavonoids

تشتمل الفينولات على الفلافونات والأحماض الفينولية البسيطة (مثل حامض الجالك gallic acid والـ resorcinol) ومشتقات الـ phenylpropanoid لحامض الـ hydrocinamic (أحماض الـ caffeic والـ coumaric والـ ferulic).

تتضمن الفلافونات وحدها أكثر من ٤٠٠٠ نوع، وتشتمل على الأنثوسيانينات والفلافونات flavonols والفلافونولات flavonols والأيزوفلافونات isoflavonolds (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ومن أهم الفلافونولات المعروفة الـ quercetin، و الـ kaempferol، والـ fisetin والـ myricetin. ويُعد الـ quercetin أهم الفلافونات فى الخضر، وهو يتوفر فى كل من البصل

والطماطم والفاصوليا. أما الـ kaempferol والـ myricetin، والـ fisetin فتتوفر فى البصل والخس والهندباء وفجل الحصان.

وعرفت عديد من الفلافونات، وهى تتواجد أساسًا فى البقول مثل فول الصويا والحمص والعدس، وبتركيزات أقل فى عدد من الخضر مثل البروكولى والأسبرجس ونبت بذور البرسيم الحجازى والبامية وعيش الغراب (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ثانيًا: التربينويدات

تُمثل التربينويدات terpenoids أحد أهم مجموعات المركبات الكيميائية النباتية، ومن أهم ما تتضمنه: التوكوفيرولات tocopherols والكاروتينويدات carotenoids.

ويُشار إلى مجمل التوكوفيرولات باسم فيتامين E، الذى يوفر حماية للإنسان من نحو ٨٠ مرضًا، منها أمراض أوعية القلب الدموية والسرطان واضطرابات العضلات والتغيرات فى الجهاز العصبى المركزى والأنيميا.

أما الكاروتينويدات فيعرف منها أكثر من ٦٠٠ نوع. وتمثل كاروتينويدات الألفا كاروتين والبيتا كاروتين والليكوبين والليوتين والزيازانثين والبيتا كريتوزانثين أكثر من ٩٠٪ من الكاروتينويدات التى يتضمنها غذاء الإنسان. ومن بينها .. فإن الألفا كاروتين والبيتا كاروتين والبيتاكريتوزانثين- فقط – هى التى لها نشاط فيتامين A (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

هذا .. وتوجد علاقة وثيقة بين استهلاك الخضر الغنية بالمواد الفينولية وبين انخفاض أخطار الإصابة بأمراض القلب والسرطان؛ الأمر الذى يرجع إلى نشاطها الهائل المضاد للأكسدة؛ فهى تلعب دورًا رئيسًا فى تأخير أو وقف القدح الابتدائى أو الإثارة الابتدائية للأمراض المزمنة؛ بعملها كمضادات أكسدة للمواد المؤكسدة فى الجسم. ونظرًا لاحتواء الخضر والفاكهة على مئات المركبات الفينولية، فإنها تقدر – غالبًا – فى صورة فينولات كلية (Rickman وآخرون ٢٠٠٧أ).

طبيعة خاصية الحماية من السرطان التى توفرها الخضر والفاكهة

يُفيد استهلاك الخضر والفاكهة فى الحماية من كل من سرطان الحنجرة والمرئ، والرئة، والمعدة، والقولون، كما يفيد فى تقليل مخاطر الإصابة بسرطان البنكرياس،

والصدر، والمثانة، كما لا تزيد مخاطر الإصابة بالسرطان فى أى موقع آخر من الجسم مع استهلاك الخضر والفاكهة الطازجة بكثرة.

ولقد أظهرت الدراسات أربع آليات تعمل من خلالها المكونات الفعالة فى الخضر والفاكهة على منع الإصابة السرطانية فى مراحلها الثلاث: التهيئة initiation والتعزيز promotaion والتقدم progression. والتهيئة هى أولى مراحل حث الإصابة السرطانية، وهى تشمل الأحداث التالية مباشرة للتفاعلات التى تحدث بين العوامل المسرطنة والدنا (DNA)، والتى يترتب عليها تكوين طفرات تورث. أما التعزيز والتقدم فهما مصطلحان يتعلقان بالمراحل التالية من النمو السرطانى، يتميزان بزيادة أعداد الخلايا التى تغيرت وراثيًا، ثم قذفها وانتشارها بالإنبثاث إلى الأعضاء الأخرى. وفيما يتعلق بمنع السرطان، فإن ذلك يمكن أن يحدث من خلال أمرين فى تلك المرحلة المبكرة من عملية تكوين النمو السرطانى، هما: اعتراض العناصر التى تتفاعل مع الدنا، وتنشيط التخلص من العناصر المسرطنة. وفى مراحل تالية يمكن أن تعترض مكونات الغذاء عملية توالد وتكاثر الخلايا المحورة وراثيًا، أو أنها قد تعطل أو توقع الفوضى فى بيولوجى الورم بطريقة تمنع أى انتشار أو انبثاث إضافى له.

وللمركبات المضادة للأكسدة أهميتها الكبيرة فى اعتراض العناصر التى تتفاعل مع الدنا. ونظرًا لأن تلك العناصر تفتقر إلى الإليكترونات، فإن معظمها ينجذب إلى المكونات الغنية بالإليكترونات فى الخلية. وبالنسبة لتطور النمو السرطانى فإن الدنا (DNA) والرنا (RNA) والبروتينات تكون هى الأكثر ميلاً للتفاعل مع العناصر المسرطنة بروابط قوية، وعندما يحدث ذلك مع الدنا فإنه يكون بداية النمو السرطانى. وترجع أهمية الخضر والفاكهة إلى ان لمعظمها قدرة كبيرة مضادة للأكسدة. وتتوفر أدلة قوية على أن فئة معينة من المركبات - هى الفينولات النباتية - يمكن أن تمنع التفاعل القوى للدنا مع العوامل المسرطنة؛ بعملها كهدف بديل للتفاعل معها. وتتواجد المركبات الفينولية فى كل المملكة النباتية، وتأكدت قدرة بعضها كمضادات سرطانية. فمثلاً.. وجد أن كلاً من حامض الكافيك وحامض الفيروليك ferulic acid يمنعان الإصابة بسرطان الرئة فى الفئران. ومن بين أكثر الفينولات فاعلية حامض الإلاجك ellagic acid الذى يتواجد بوفرة فى الفراولة والراسبرى، والذى وجد أنه يثبط بقوة الإصابة بسرطان المرئ فى الفئران.

ومن الفينولات الأخرى الكاتكينات catchins والمركبات القريبة منها التى تتوفر فى الشاى الأخضر *Camellia sinesis*، والتى تعد أكثر المركبات المؤثرة كمضادات سرطانية من بين تلك التى تم اختبارها، فهى فعالة فى جميع مراحل النمو السرطانى، حتى بعد بدء أذاه للجسم، وخاصة فى حالة سرطان الجلد، وذلك من دون جميع الفينولات الأخرى.

ومن الآليات الأخرى التى تسلكها المكونات النباتية فى منع الإصابة بالسرطان فى مراحله المبكرة تعديل أيض العامل المسرطن، وذلك كما يحدث فى حالتى الخضر الكرنبية والبصلية؛ فقد وجد أن الأيزوثيوسيانينات التى تتواجد فى الكرنبيات مثل الكرنب والبروكولى والقنبيط تثبط سرطان المرئ والرئة والقولون فى حيوانات التجارب، وذلك من خلال تعديل نشاط العوامل المسرطنة وإفقارها لفعلها. وتزداد فاعلية الإيزوثيوسيانينات فى هذا الشأن مع زيادة طول سلاسلها.

كذلك فإن الخضر البصلية كالبصل والثوم والشالوت تحتوى على مركبات كبريتية عضوية تكون هى المسئولة عن رائحتها وطعمها المميزين، كما أنها شديدة التفاعل بيولوجيا؛ حيث تؤثر على إنزيمات كل من المرحلة الأولى (نشاط العامل المسرطن activation) والمرحلة الثانية (إفقاد العامل المسرطن لفاعليته detoxification). ولقد وجد أن الـ diallyl sulfide – وهو أحد المركبات المتطايرة للثوم – يمنع بقوة سرطان القولون والمرئ، لكن فاعليته تقل بعد بدء النشاط السرطانى.

وأخيرًا .. فإن الخضر والفاكهة يمكن أن تؤثر على سلوك الخلايا السرطانية التى تنطلق فى نموها دون أن يتحكم فيها أى عوامل تنظيمية وراثية؛ حيث تُنشِّط – على سبيل المثال – ما يعرف بالـ oncogenes. ويمكن للتربينات الأحادية monoterpenes (وخاصة الليمونية limonene) التى تتوفر فى ثمار الحمضيات أن تثبط عملية انطلاق النمو السرطانى (Wargovich ٢٠٠٠).

الألياف وأهميتها لصحة الإنسان

إن الألياف التى يتناولها الإنسان – ضمن غذاءه dietary fibers هى المكونات النباتية ضمن الغذاء التى تقاوم الهضم بالإنزيمات التى يفرزها الجهاز الهضمى للإنسان. وهى تتكون

أساسًا من مكونات الجدر الخلوية، وتتضمن عديدات التسكر غير النشا واللجنين، ويمكن تقسيمها إلى ألياف تذوب فى الماء وألياف لا تذوب فى الماء. وتتضمن الألياف التى تذوب فى الماء : البكتينات والأصماغ والمواد الهلامية mucilages، بينما تتضمن الألياف التى لا تذوب فى الماء السيليلوز ونصف السيليلوز واللجنين.

وتتباين تأثيرات الألياف بنوعيها؛ فالألياف التى تذوب فى الماء تميل إلى تأخير تفريغ الجهاز الهضمى، وتُبطء مرور الغذاء خلال الأمعاء الدقيقة، ويكون تأثيرها ضعيفًا على حجم الإخراج البرازى، ومعظمها يخفض من كوليسترول سيرم الدم. وفى المقابل .. فإن الألياف غير القابلة للذوبان فى الماء لا تُخفض كوليسترول الدم عادة، ولكن تأثيراتها تكون كبيرة على تنظيم عمل الأحشاء وعملية الإخراج، وعلى حجم الإخراج البرازى. وتكون الفائدة الطبية كبيرة عند تناول الإنسان فى غذائه مخلوطًا من الألياف القابلة وغير القابلة للذوبان فى الماء (Anderson ١٩٩٠).

وتوجد علاقة قوية بين تناول الإنسان للألياف ضمن غذائه وتقليل مخاطر الإصابة ببعض الأمراض المزمنة، مثل مرض السكر طراز II، وأمراض القلب الوعائية، والقروح ذات العلاقة بالعصارات الهاضمة، وضغط الدم، وبعض أنواع السرطان مثل سرطان القولون، والتهاب الزائدة الدودية وحصوات البنكرياس. ونظرًا لأن الألياف غير الذائبة فى الماء تزيد من كتلة الغذاء المهضوم فى القولون فإنها تقلل من تركيز المواد المسرطنة، وتزيد من إنتاج حامض البيوترك butyric acid من خلال تخمر الألياف بكائنات القولون الدقيقة (Anderson ١٩٩٠، وKushad وآخرون ٢٠٠٣).

مانعات التجلط

يحدث التخبط نتيجة لتجمع أعداد كبيرة من صفائح الدم platelets، وهى الخلايا الدموية الضرورية لتجلط الدم فى حالات الجروح، ولكن عندما يحدث هذا التجلط فى الدم ذاته تتكون الجلطات التى قد تودى بحياة الإنسان. ويُعرف عديد من المركبات النباتية التى تقلل من هذا التجلط، مثل الـ acetylsalicylic acid، والـ warfarin، والمركبات الكبريتية العضوية كتلك التى تتوفر فى الثوم والبصل (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية لبعض المركبات النباتية

الكاروتينات

يُعرف أكثر من ٦٠٠ نوع من الكاروتينات، لكن حوالى ٥٠ منها – فقط – هى التى يكون لها نشاط فيتامين A، بينهم خمسة – فقط – تعد الأكثر أهمية للإنسان، وهى الألفا كاروتين، والبيتا كاروتين، والليوتين lutein، والكريتوزانثين cryptoxanthin، والليكوبين lycopene. تتفاعل الكاروتينات مع الدهون والألياف، وذلك أمر مهم صحيًا.

تعمل الكاروتينات كمضادات أكسدة فى النظم البيولوجية بكبحها لذرات الأكسجين المفردة واكتساحها للشوارد الحرة free radicals. وتتدرج الكاروتينات فى قوتها كمضادات للأكسدة – تنازليًا – هكذا: الليكوبين فالألفا كاروتين، فالبيتا كاروتين، فالليوتين ، فالكريبتوزانثين (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

وعمومًا يُعتبر البيتا كاروتين – الذى يعد بادئًا لفيتامين أ – أهم مصادر هذا الفيتامين فى الخضر، ويليه فى الأهمية كلا من الألفا كاروتين والبيتا كربتوزانثين β- cryptoxanthin.

وللكاروتينات – سواء أكانت بادئات لفيتامين A أو غير ذلك – أهمية كبيرة فى الوقاية من الإصابة ببعض الأمراض السرطانية. ويُعد الليكوبين – وهو كاروتين ليس من بادئات فيتامين A – من مضادات الأكسدة القوية التى تلعب دورًا هامًا فى تثبيط تكاثر الخلايا السرطانية (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ ب).

تُعد المواد الكاروتينية – بصورة عامة – من المركبات المضادة للأكسدة كما أسلفنا، فضلاً عن أن بعضها يُعد من بادئات فيتامين أ، وبعضها الآخر يُعد ضروريًا لصبغات شبكية العين. وفى النبات تعمل المركبات الكاروتينية على حصاد الطاقة الضوئية أثناء عملية البناء الضوئى، وكمواد مؤكسدة فى عديد من أنواع الخلايا، وتكسب الأزهار والثمار لونها الجذاب لجذب الحشرات كملقحات وللمساعدة فى انتشار البذور (Keyhaninejad وآخرون ٢٠١٢).

الليكوبين

من أهم مصادر الليكوبين الطماطم والبطيخ والفلفل الأحمر والجريب فروت الأحمر والجوافة الحمراء والباباظ. والليكوبين يذوب فى الدهون التى تُساعد فى امتصاصه، وهو لا يتأثر بالحرارة عند عمل صلصة الطماطم؛ بل على العكس فإن تركيزة يزداد عدة مرات.

ويُعد الليكوبين من مضادات الأكسدة القوية، حيث تزيد قوته بمقدار ١٠٠ ضعف قوة فيتامين E، وبمقدار ١٢٥ ضعف قوة الجلوتاثيون (الإنترنت – ٢٠٠٨ – http://en.wikipedia.org/wiki/Tomato_stain).

وكما أسلفنا .. يعد الليكوبين من مضادات الأكسدة الهامة التى تتوفر بكثرة فى الطماطم والبطيخ، وهو يوفر حماية للإنسان من الإصابة ببعض الإصابات السرطانية مثل سرطان البروستاتا.

وللتفاصيل المتعلقة بهذا المركب وتواجده واستخلاصه وأهميته الطبية للإنسان .. يراجع Collins وآخرين (٢٠٠٦).

حامض الأسكوربيك

إن حامض الأسكوربيك (فيتامين C) هو مضاد أكسدة يذوب فى الماء، ويتكون من مركب سداسى الكربون مشتق من الجلوكوز، وهو يسهل أكسدته لتكوين المركب semidehydroascorbic acid الثابت نسبيًا. ويؤدى مزيد من التأكسد إلى تكوين الـ diketogulonic acid الذى لا تعرف له وظيفة بيولوجية. ويرجع النشاط المضاد للأكسدة لحامض الأسكوربيك إلى سهولة فقده للإليكترونات؛ مما يجعله شديد الفاعلية فى النظم البيولوجية. ولأنه معطٍ للإليكترونات فإنه يخدم كعامل مختزل لكثير من العناصر المؤكسدة (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ومن المعلوم أن حامض الأسكوربيك يعد مكونًا ضروريًا لتمثيل الكولاجين collagen، وكذلك للأداء الطبيعى لنظام أوعية القلب فى الإنسان. وعلى خلاف معظم الحيوانات .. فإن الإنسان يفتقد القدرة على تمثيل حامض الأسكوربيك بسبب وجود طفرة فى الجين المسئول عن تشفير الإنزيم الأخير فى عملية التمثيل البيولوجى لحامض الأسكوربيك. ولذا .. يتعين حصول الإنسان على حاجته من حامض الاسكوربيك من مصادر خارجية (Hemavathi وآخرون ٢٠٠٩).

يكفى ١٠ مجم من حامض الأسكوربيك (فيتامين C) يوميًا لحماية الإنسان من الإصابة بمرض الاسقربوط إلا أن تناول كميات كبيرة من الفيتامين يمكن أن يوفر حماية من مخاطر الإصابة بأمراض القلب الوعائية وعدة أنواع من السرطان، وتزيد من قدرة الإدراك والذاكرة،

وتقلل من مخاطر الإصابة بالربو، وتوفر حماية من الإصابة بأدوار البرد. ويحصل الإنسان على نحو ٩٠٪ من فيتامين C ضمن غذائه من الخضر والفاكهة (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

فيتامين E

يُعد فيتامين E مضاد الأكسدة الرئيسي الذي يذوب في الدهون، وهو المسئول عن حماية الأحماض الدهنية متعددة عدم التشبع في الأغشية الخلوية.. حمايتها من الأكسدة بفعل الشوارد الحرة free radicals وذرات الأكسجين المفردة. وأكثر الصور فاعلية بيولوجيًا هو الأيزومير الطبيعي d-∝-tocopherol. وتقوم النباتات بتمثيل التوكوفيرولات الطبيعية (ألفا وبيتا وجاما ودلتا). وتتواجد التوكوفيرولات في جميع الأنسجة التي تحتوى على كلوروفيل أ، وخاصة في الكلوروبلاستيدات. وقد عُرف تواجد التوكوفيرولات في نباتات مثل الكيل والبروكولي، وكذلك في الحبوب والنُّقل (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ولقد وجد أن محتوى أوراق بعض الخضر الورقية (الخس والسبانخ وأنزة السلاطة والداندليون) والخضر ذات الثمار الخضراء (الخيار والفلفل) من التوكوفيرل tocopherol (فيتامين E) يزداد مع زيادة الأنسجة في العمر. وأظهرت السبانخ أعلى معدل لتراكم التوكوفيرول، وازداد هذا التراكم عندما كان نموها في ظروف إضاءة قوية. وفي الخيار ازداد التراكم كذلك مع تقدم الثمار في العمر – في ظروف الإضاءة العالية – لكن حدث انخفاض في نهاية الأمر مع دخول الثمار مرحلة الشيخوخة (Lizarazo وآخرون ٢٠١٠).

الفولاتات (وخاصة حامض الفوليك)

تعد الفولاتات folates مركبات كيميائية نباتية هامة لصحة الإنسان، وتتضمن حامض الفوليك folic acid والـ tetrahydrofolate. وبغير الفولاتات لا يمكن للجسم تمثيل المثيونين methionine والبيورين purine والـ thymidylate. وقد وجد أن نقص الفولاتات يتسبب في إحداث كسور بالدنا (DNA) نتيجة لكثرة دمج اليوراسيل uracil بالدنا الإنساني. ويرتبط نقص الفولاتات – كذلك – بزيادة مخاطر الإصابة بسرطان القولون، والتهابات الأعصاب، ومشاكل الإدراك، والأزمات القلبية (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ويدخل حامض الفوليك في تمثيل الرنا (RNA) وله أهمية كبيرة بالنسبة للحوامل؛ حيث يتسبب نقصه أثناء الحمل في إحداث تشوهات بالعمود الفقري للجنين (foetal pina bifida).

ويكثر الفيتامين فى الخضر الورقية الخضراء، ويعد شدة اللون الأخضر بها دليلاً جيدًا على محتواها من حامض الفوليك (Wills وآخرون ١٩٩٨).

الأنثوسيانينات

تُعد الأنثوسيانينات أحد أكبر وأهم مجموعة من الصبغات القابلة للذوبان فى الماء التى تتواجد فى معظم الأنواع النباتية، وهى تتجمع فى الفجوات العصارية، وتكون مسئولة أساسًا عن الصبغات اللونية من البرتقالى إلى الأحمر والقرمزى والأزرق فى الأزهار والثمار، والخضروات مثل: البصل الأحمر والفجل والكرنب والخس الأحمر والباذنجان والبطاطس ذات الجلد الأحمر والبطاطا القرمزية والفراولة. وتتواجد طرز الأنثوسيانينات فى الخضر والفاكهة على صور جلوكوسيدية glycosylated.

وتبعًا للعادات الغذائية فإن الإنسان يتناول فى غذائه يوميًا ما بين عدة ملليجرامات إلى مئات الملليجرامات من الأنثوسيانينات.

وتوفر الأنثوسيانينات والمركبات الفلافونية الأخرى حماية للإنسان من عدد من الأمراض، وخاصة أمراض الشرايين التاجية وبعض أنواع السرطان.

هذا .. ويتباين محتوى الخضر والفاكهة من الأنثوسيانينات الكلية (بالملليجرام/كجم)، كما يلى:

المحصول	المحتوى
الفراولة	١٢٧- ٣٦٠
الكرنب الأحمر	٢٥٠
الباذنجان	٧٥٠٠
الفجل الأحمر	١١٠- ٦٠٠
البصل الأحمر	حتى ٢٥٠
التفاح	١٠٠ – ٢١٦٠
الكريز	٣٥٠٠ – ٤٥٠٠
العنب	٣٠٠ – ٧٥٠٠

(Horbowicz وآخرون ٢٠٠٨).

عنصر السيلينيم

يُعد السيلينيم selenium من العناصر الضرورية للإنسان بكميات محدودة، وهو يتواجد فى الشعر والأظافر والدم، كما يتواجد بتركيزات منخفضة فى النباتات رغم أنه ليس ضروريًا لها. ويتواجد العنصر فى كل من النبات والحيوان على صورة selenomethionine، وselenocysteine. والحيوان لا يمكنه تمثيل الصورة الأولى، والتى يحصل عليها من مصادر نباتية. ويحصل الإنسان على نصف حاجته من السيلينيم من النباتات على صورة selenomethionene، بينما يحصل على النصف الآخر من مصادر أخرى كالماء والحليب والسمك واللحوم والخضر مثل البروكولى والثوم (Kushad وآخرون ٢٠٠٣). ويتراكم السيلينيم فى نباتات الكرنبيات، مثل البروكولى.

ولقد أوضحت الدراسات الطبية أن السيلينيم يقلل من احتمالات الإصابة بسرطان البروستاتا وسرطان الرئة فى الإنسان، وسرطان القولون فى الفئران. هذا .. إلا أن زيادة محتوى السيلينيم فى البروكولى – بزيادته فى بيئة الزراعة – يؤدى إلى نقص محتوى النبات من الكبريت، علمًا بأن الكبريت والسيلينيم يتفاعلان فى الخلايا الحيوانية لتنظيم نشاط الإنزيم thioredoxin reducatse المضاد للأكسدة؛ بما يعنى أن زيادة محتوى السيلينيم يمكن أن يؤثر سلبًا على جوانب أخرى من صحة الإنسان (Finley ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية للخضر الثمرية

الطماطم

إن أهم المركبات الكيميائية النشطة بيولوجيًا فى الطماطم هى الكاروتينويدات carotenoids، والتى تتكون من ٦٤٪ ليكوبين، و١٠٪ - ١٢٪ phytoene، و ٧٪ - ٩٪ neurosperene، و ١٠٪ - ١٥٪ carotenes. وتحتوى الطماطم – على أساس الوزن الطازج – على حوالى ٣٥مجم/ كجم ليكوبين (يتراوح بين ٥ مجم/كجم فى الأصناف ذات الثمار الصفراء، و٩٠٪ مجم/كجم فى الأصناف الحمراء الثمار). وتحتوى الطماطم الكريزية على تركيزات أعلى من الكاروتينويدات.

ويرتبط تناول ثمار الطماطم المحتوية على الليكوبين – إيجابيًا – مع خفض مخاطر الإصابة بسرطان البروستاتا؛ فضلاً عن أهمية استهلاك الطماطم – لما تحتويه من مختلف

مضادات الأكسدة – فى تجنب الإصابة بعدد من الأمراض السرطانية الأخرى، مثل سرطان الرئة والمعدة، بالإضافة إلى الحد من الإصابة بأمراض القلب الوعائية، وربما يفيد استهلاكها فى تأخير الإصابة بمرض الشلل الرعاش، وفى ظهور التغيرات اللونية فى الجلد، وإعتام عدسة العين cataract (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

يتواجد ٧٢٪ - ٩٢٪ من الليكوبين فى ثمار الطماطم فى الجزء غير القابل للذوبان فى الماء من الثمرة وفى الجلد. ويحتوى اللُب – الغنى بالألياف – على قدر أكبر من الليكوبين (٤٢.٠٣ مجم/١٠٠جم) عما فى الجزء القابل للذوبان فى الماء (٤.٠ مجم/١٠٠جم) (Sharma & le Maguer ١٩٩٦).

ولقد أظهرت أصناف الطماطم ذات المحتوى العالى من الليكوبين (Lyco 1، وLyco 2، وHLY 02، و HLY 13، وHLY 18، وKalvert) محتوى عال من الليكوبين lycopene، والبيتاكاروتين β-carotene، والأنشطة الـ hydrophillic (HAA)، والـ lipophilic (LAA) المضادة للأكسدة لدى مقارنتها بما فى صنف المقارنة العادى Donald. وكان الصنف HLY 18 أعلى الأصناف فى محتوى الثمار من كل من الليكوبين (٢٣٢.٩ مجم/كجم وزن طازج)، والبيتا كاروتين (١٩.٤ مجم/كجم وزن طازج). وباستثناء الصنف Kalvert، فإن أصناف الطماطم ذات المحتوى العالى من الليكوبين كانت ثمارها عالية – كذلك – فى محتواها من حامض الأسكوربيك، وكان أعلاها الصنف HLY 13، الذى احتوت ثماره على ٣٥٢.٨ مجم/كجم وزن طازج. وكان نشاط الـ LAA مرتبطًا إيجابيًا بمحتوى كل من الليكوبين والبيتا كاروتين. أما نشاط الـ HAA فكان مرتبطًا إيجابيًا مع كمية الـ dehydroxyascorbic acid، والكمية الكلية لفيتامين C. ويعنى ذلك أن أصناف الطماطم العالية المحتوى من الليكوبين يمكن أن تكون أعلى فى قيمتها الغذائية (Ilahy وآخرون ٢٠١١).

الفلفل

تُعد ثمار الفلفل من الخضر الغنية بفيتامين C حيث تحتوى على ١ – ٢ جم فيتامين C/ كجم، ويُعادل ذلك ٢٠٠٪ - ٣٠٠٪ من الاحتياجات اليومية للفرد من الفيتامين. ويتراوح محتوى الثمار من الألفا كاروتين والبيتا كاروتين من آثار إلى ١٢ مجم/ كجم حسب الصنف. ويعد الـ quercetin

والـ luteolin أهم الفلافونويدات فى ثمار الفلفل، ويتميز الفلفل الحار بارتفاع محتواه – حسب الصنف – من الـ capsaincinoids، وهى المركبات التى تكسبه الطعم الحار، والتى يعرف منها ٢٠ مركبًا تنتمى إلى مجموعتين، هما: الـ capsaicin والـ dihydrocapsaicin.

وتستخدم مستحضرات الكابسايسين طبيًا فى معالجة آلام العضلات والتهاب المفاصل وبعض الأمراض الأخرى (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

عند تحليل ثمار الفلفل التى تم حصادها من عدة أصناف وهى خضراء مكتملة النمو، وفى منتصف مرحلة التحول، وحمراء ناضجة وجدت زيادات فى محتوى الثمار من كل من فيتامين C، والفينولات الكلية، وفيتامين E (وخاصة الـ ∝-tocopherol)، والسكر الحر الكلى، والبيتا كاروتين، وحامض اللينولينك linolenic acid، وكذلك فى النشاط المضاد للأكسدة. وفى المقابل .. وجدت انخفاضات فى محتوى الثمار – مع النضج – فى كل من الفيتوستيرولات phytosterols (وهى: الـ campesterol، والـ stigmatserol، والـ β-sitosterol)، وحامض اللينوليّك linoleic acid. وبالمقارنة .. كان محتوى الثمار من كل من الفلافونويدات flavonoids الكلية، والـ squalene أعلى نسبيًا فى منتصف مرحلة التحول الثمرية، مقارنة بمحتواهما فى مرحلتى اكتمال التكوين الأخضر والنضج الأحمر. كانت تلك الاتجاهات متماثلة فى جميع الأصناف المختبرة، ولكن – وعلى خلاف ما تقدم بيانه – كان للكابسايسينويدات capsaicinoids نظامًا خاصًا بها عند النضج اختلف باختلاف الأصناف. وخلال جميع مراحل نضج الثمار وجدت ارتباطات جوهرية موجبة بين النشاط المضاد للأكسدة وكلاً من: فيتامين E (r = ٠,٨١٤)، والبيتا كاروتين (r = ٠,٧٧٢)، وفيتامين C (r = ٠,٦١٠)، والفينولات الكلية (r = ٠,٥٩٥)، بينما أظهرت كل من الكابسايسينويدات، والفلوفونويدات الكلية، والفيتوستيرولات إما ارتباطًا سلبيًا ضعيفًا، وإما أنها لم تظهر أى ارتباط مع النشاط المضاد للأكسدة (Bhandari وآخرون ٢٠١٣).

وتتميز أصناف الفلفل الحريفة ذات الثمار الصغيرة بثبات محتواها من الكابسايسينويدات capsaicinoids فى مختلف الظروف البيئية. ومن بين تلك الأصناف – والتى تتميز بارتفاع محتواها من الكابسايسينويدات: Dally Khorsaney، و KKU-P-22006، و KKU-P-31141، و KKU-P-21041 (Gurung وآخرون ٢٠١١).

ويتناول Nearman (٢٠٠٨) فى مقال له بالإنترنت الاستخدامات الطبية المختلفة للكابسايسين، الذى يتوفر فى الفلفل الحار.

الباذنجان

يُعد الناسونين nasunin أهم المركبات المضادة للأكسدة فى الباذنجان، وهو يشكل جزءًا من الصبغة القرمزية التى توجد فى جلد الثمرة، والتى توجد – كذلك – فى الفجل القرمزى واللفت الأحمر والكرنب الأحمر. ويشكل الناسونين بين ٧٠٪، ٩٠٪ من الأنثوسيناتيات الكلية فى جلد ثمرة الباذنجان.

ويفيد استهلاك الباذنجان فى خفض مستوى الكوليسترول الكلى فى الدم (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

القرعيات

تحتوى القرعيات على عديد من المركبات فى مختلف الأعضاء النباتية؛ بعض هذه المركبات مفيدة وبعضها ضار بصحة الإنسان؛ فبذورها غنية بالدهون (تتراوح فى بذور القرع العسلى والبطيخ والكنتالوب والخيار بين ٣٨٪ ، و٤٥٪)، وتحتوى بادراتها على اللكتينات lectins، ويصل المحتوى البروتينى فى بعض أنواع الجورد إلى ٢٪، ويصل المحتوى الكربوهيدراتى فى الجورد المر إلى ١٠.٦٪، كما تُعد بعض أنواع الجورد من الخضر الغنية نسبيًا فى الكاروتين (الذى يصل فى الـ kakrol إلى ١٦٢٠ ميكروجرامًا/ ١٠٠ جم) وفيتامين C الذى يبلغ فى الجورد المر ٩٦ ملليجرامًا/ ١٠٠ جم. كذلك تحتوى ثمار قرع الشتاء على مثبطات التربسن، ويحتوى جورد اللوف على مثبطات تمثيل البروتين. كما تحتوى معظم القرعيات على كثير من الاستيرولات sterols، وتتواجد فيها السابونينات saponins، وخاصة فى جورد اللوف. وتنتشر الكيوكربتسينات cucurbitacins (وهى من التراى تربينويدات triterpenoids) فى جميع القرعيات، وأكثرها انتشارًا كيوكربتسن B (كما فى الكوسة والحنظل والقرع العسلى وجورد الزجاجة واللوف والجورد المر والقثاء)، بينما يتواجد كيوكربتسن E فى الحنظل البرى *C. colocynthis* والبطيخ والخيار، و D فى الكوسة وجورد الزجاجة، و K فى القرع العسلى والجورد المر والقثاء، وI فى الكوسة.

هذا .. ويستخدم عديد من القرعيات كأدوية بصورة مباشرة أو يستخرج منها الأدوية التي تستعمل في علاج أكثر من ٧٥ مرضًا توجد تفاصيلها مجدولة في Guha & Sen (١٩٩٨).

وتتضمن قائمة المركبات السامة والمركبات التي قد تفيد في علاج بعض الحالات المرضية – والتي توجد في القرعيات – المركبات الـ oxygenated tetracyclic triterpenoids – وهي التي تعرف باسم الكيوكربتسينات cucucurbitacins – والسابونينات saponins (مثل: الكيوكربيتوسترين cucurbitocitrin في بذور البطيخ)، وجلوكوسيدات أخرى (مثل: السترولول citrullol والكولوسنث colocynth في الحنظل البري *Citrullus colocynthis*)، والألكالويدات alkaloids (مثل المومورديسين momordicin في الـ bitter melon)، والبروتينات المثبطة للريبوسومات ribosome-inactivating proteins (مثل: اللوفاسيولين luffaculin في نوع اللوف *Luffa operculata*، والترايكوسانثين trichocanthin في *Trichosanthes*)، والأحماض الأمينية الحرة (مثل الكيوكربتين cucurbitin في الكوسة)، والزانثوفيلات (مثل: الليوتين lutein في *Cucurbita maxima*)، ومركبات أخرى متنوعة. ومن المركبات الأخرى الهامة الجلوكوسيد مورجول ١-٤ morgol 1-IV الذي وجد في ثمار النبات الصيني لو – هان – جو luo-han-guo، والذي يعد أحلى من سكر السكروز بمقدار ١٥٠ ضعفًا، ويُبحث في إمكانيات استعماله كبديل للسكر لمرضى السكر (عن Whitaker &Davis ١٩٦٢، و Haynes & Jones ١٩٧٥، و Lee & Janic ١٩٧٨، و Robinson & Decker –Walters ١٩٩٧).

ويُفيد الحامض الأميني L-citrulline الذي يتوفر في ثمار البطيخ في تنظيم ضغط الدم، ويتباين هذا المحتوى كثيرًا باختلاف الأصناف من ١,٠٩ إلى ٤,٥٢ مجم/جم وزن طازج، كما يتأثر بشدة بالعوامل البيئية. ومن أكثر الأصناف احتواء على هذا الحامض الأميني Tom Watson، وJubilee (Davis وآخرون ٢٠١١).

هذا .. وتُشكل قشرة ثمار البطيخ التي تتخلف عند تجهيز البطيخ للمستهلك حوالي ٣١٪ - ٤١٪ من وزن الثمار حسب الصنف. تحتوي هذه القشرة على كميات متوسطة من الفينولات الكلية (٤٥٨ مجم من مكافئ حامض الكلوروجنك chlorogenic acid equivalent / كجم وزن طازج، مقابل ٣٨٩ مجم في اللب)، وكميات عالية من الحامض الأميني سترولين citrulline

(٣.٣٤ جم/كجم وزن طازج، مقابل ٢.٣٣ جم/كجم في اللب). وبذا .. فإن قشور البطيخ يمكن أن تُشكل مصدرًا جيدًا لتلك المركبات النشطة بيولوجيًا (Tarazona-Diaz وآخرون ٢٠١١).

الفراولة

تُعد الفراولة من الخضر الغنية بفيتامين C حيث تحتوي على ٥٦.٧ مجم من حامض الأسكوربيك/١٠٠جم؛ بما يعني أن كل ١٠ ثمار تمد الإنسان بنحو ٩٥٪ من احتياجات الفرد اليومية من الفيتامين. ويُعد الجلوكوز والفراكتوز أهم السكريات التي توجد بالثمار؛ حيث تشكل نحو ٨٠٪ من السكريات الكلية التي توجد بها، وحوالي ٤٠٪ من وزنها الجاف. ويعد حامض الستريك أهم الأحماض العضوية التي توجد فيها حيث يشكل ٨٨٪ من الأحماض العضوية الكلية. كذلك تحتوي الفراولة على مستويات جوهرية من كل من البوتاسيوم (١٦٦مجم/١٠٠جم)، وحامض الإلاجك، الذي يُعتقد بأنه مركب مضاد للإصابات السرطانية. ومن مزايا الفراولة انخفاض محتواها من كل من السعرات الحرارية (٣٠ سعر حراري لكل ١٠٠جم)، والدهون (٠.٤٪)، والصوديوم (ملليجرام واحد/١٠٠جم) (عن Hancock ١٩٩٩).

ومن بين المركبات الأنثوسيانية المضادة للأكسدة .. كان المركب pelargonidin -3- glucoside أكثر الأنثوسيانينات تواجدًا في ثمار الفراولة، وهو الذي ازداد تركيزه بزيادة فترة التخزين، بينما كان المركبين cyanidin-3-glucoside، و pelargonidin -3- rutinoside أقل تركيزًا (Goulas & Manganaris ٢٠٠١).

وقد وجد أن مستخلصات ثمار الفراولة تثبط نمو خلايا سرطان القولون HT29 وخلايا سرطان الثدي MCF-7 في البيئات الصناعية، وتناسب مدى التثبيط مع تركيز المستخلص المعامل به. كذلك فإن مستخلصات الفراولة التي أنتجت عضويًا كانت أكثر تثبيطًا لنمو الخلايا السرطانية عن مستخلصات الفراولة التي أنتجت بالطريقة التقليدية. وربما يكون مرد ذلك إلى زيادة تركيز مركبات الأيض الثانوية التي قد تكون مضادة للسرطان في الفراولة المنتجة عضويًا. وقد وُجد بالفعل أن حامض الأسكوربيك ذات الخصائص المضادة للسرطان يزيد بمقدار ٣٦٪ في الثمار المنتجة عضويًا عن تلك المنتجة بالطرق التقليدية (Olsson وآخرون ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية للخضر الجذرية والدرنية

البطاطس

إلى جانب احتواء بروتين درنات البطاطس على عدد من الأحماض الأمينية الضرورية مثل الـ lysine، فإنها تحتوى على فينولات كلية بنسبة تتراوح بين ٠,٥، و١,٧ جم/كجم، ويوجد معظمها فى قشرة الدرنة والأنسجة المجاورة لها، وينخفض تركيزها تدريجيًا نحو المركز، ويشكل حامض الكلورجنك chlorogenic acid حوالى ٩٠٪ من الفينولات المتعددة الكلية.

وبينما يتراوح تركيز فيتامين C فى درنات البطاطس بين ١٠، و١٤٠ مجم/كجم بعد الحصاد مباشرة، فإنه ينخفض سريعًا بنسبة ٣٠٪ - ٥٠٪ أثناء التخزين والطهى.

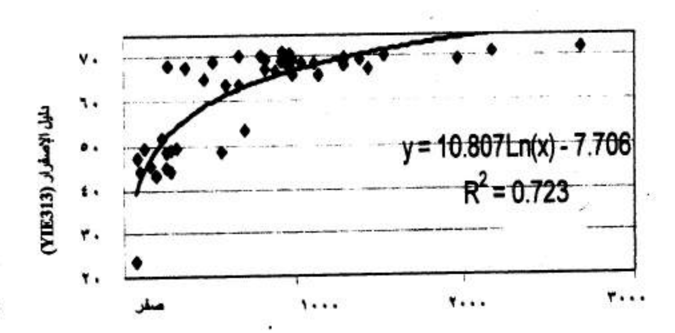
ويرتبط استهلاك البطاطس إيجابيًا بالحد من الإصابة بسرطان الثدى عند النساء (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تزداد شدة اللون الأصفر فى درنات البطاطس مع زيادة محتوى لب الدرنات من الكاروتينات الزانثوفيللية xanthophyllus carotenoids حتى حوالى ١٠٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج، ولكن شدة اللون لا تتغير كثيرًا بزيادة تركيز تلك المركبات عن ذلك (شكل ٤-١).

هذا ويتراوح محتوى الكاروتينات الكلية بين ٥٠، و١٠٠ ميكروجرام/١٠٠جم وزن طازج فى الأصناف ذات اللب الأبيض، ويزداد المحتوى حتى ٢٧٠ ميكروجرام فى الأصناف ذات اللب الأصفر، بينما تزداد إلى حوالى ٨٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جرام فى سلالات التربية ذات اللب الأصفر الداكن.

وقد قدر محتوى الدرنات من الكاروتينات الكلية بأكثر من ٢٤٠٠ ميكروجرام/١٠٠جم وزن طازج فى بعض الانعزالات الناتجة من الصنف Papa Amarilla، الذى يُزرع فى أمريكا الجنوبية.

كذلك تحتوى درنات البطاطس ذات اللب الأحمر – أساسًا – على صبغات أنثوسيانينية فى صورة acylated glucosides of pelargonidin. أما الدرنات ذات اللب القرمزى فإنها تحتوى على صبغات أنثوسيانينية أكثر تعقيدًا فى صورة acylated glucosides لكل من الـ pelargonidin، والـ petunidin، والـ cyanidin، والـ malvidin. ويتراوح محتوى الدرنات من تلك الصبغات بين ١٥، و٤٠ مجم/١٠٠جم وزن طازج.



شكل (٤-١): العلاقة بين دليل اصفرار درنات البطاطس ومحتواها من الكاروتينويدات الكلية.

هذا .. ويوجد ارتباط موجب بين محتوى الدرنات من الصبغات الأنثوسيانينية وبين فاعليتها كمضادات أكسدة (C.R. Brown – الإنترنت – ٢٠٠٧).

البطاطا

الجذور

تُعد الأحماض الفينولية من مضادات الأكسدة الهامة التى يمكن أن تمنع إصابة الإنسان بكثير من الأمراض المزمنة. ولقد وجد أن جذور البطاطا الصغيرة الحجم من الصنف بيوريجارد (حوالى ٤ جم وزنًا) يزيد فيها نشاط مضادات الأكسدة والمحتوى الفينولى مقارنة بالجذور الكبيرة الحجم الصالحة للتسويق (حوالى ٣٠٠ جم وزنًا). وفى تلك الجذور الكبيرة الحجم يزداد المحتوى الفينولى جوهريًا فى نسيج القشرة عما فى نسيج النخاع الداخلى. وكان

أعلى محتوى فينولى (١٠,٣ مجم/جم وزن جاف) ونشاط مضاد للأكسدة (٩,٧ مجم/جم وزن جاف) فى نسيج القشرة للجذور الصغيرة الحجم. أما أوراق البطاطا فإن محتواها الفينولى ونشاطها المضاد للأكسدة كان أعلى جوهريًا عما فى الجذور. وكان أعلى محتوى فينولى (٨٨,٥ مجم/جم وزن جاف) ونشاط مضاد للأكسدة (٩٩,٦ مجم/جم وزن جاف) فى الأوراق الصغيرة التى لم تتفرد بعد. وكان حامض الكلوروجنك هو الحامض الفينولى الرئيسى بكل من الجذور والأوراق باستثناء الأوراق الصغيرة التى كان الحامض الرئيسى فيها هو 3.5-di-caffeoylquinic acid. ويمكن القول أن الجذور الصغيرة جدًا التى يتم استبعادها فى الحقل والأوراق الصغيرة غير المكتملة النمو قد تكون مصدرًا مركزًا لمضادات الأكسدة الفينولية (Padde & Picha ٢٠٠٧).

ويشيع تواجد مركبات الـ caffeoylquinic acid فى النباتات، وهى تحمى النباتات من الافتراس (التهام آكلات الأعشاب لها) والإصابات المرضية، كما أن لها عديد من الوظائف المفيدة للإنسان. وقد وجد فى البطاطا أن محتويات حامض الكلورجنك chlorogenic acid، والأيزوميرات – 2,4، و-3,5، و-4,5 لـ dicaffeoylquinic acid فى جذور ١٦ تركيبًا وراثيًا كان أعلى ما يمكن فى القشرة ومتوسطًا فى الحزم الوعائية وأقل ما يمكن فى البشرة، وتراوح محتوى حامض الكلورجنك بين الأصناف من ١٢ إلى ٢١٢ ميكروجرام/جم فى البيرويدرم، ومن ٨٢٦ إلى ٧٧٧٤ ميكروجرام/جم فى القشرة، ومن ١٧١ إلى ٤٣٢٦ ميكروجرام/جم فى الأوعية، وشكّل 3,5-dicaffeoylquinic acid أكثر من ٨٠٪ من الأيزوميرات الثلاثة للحامض، وهى التى تراوح محتواها – مجتمعة – فى مختلف التراكيب الوراثية من صفر إلى ١٧٧٥ ميكروجرام/جم وزن جاف فى البشرة، ومن ٨٨٣ إلى ٨٧٦٤ ميكروجرام/جم فى القشرة، ومن ١٨٧ إلى ٤٧٦٨ ميكروجرام/جم فى الأوعية. وقد تباينت كثيرًا السلالات الست عشرة التى قيمت فى محتواها من مختلف المركبات؛ بما يعنى سهولة التربية لزيادة محتوى تلك المركبات فى جذور البطاطا. كذلك تبين أن محتوى الجذور من مركبات الـ caffeolquinic acid الأربعة يبلغ ٣٪ من الوزن الجاف للجذور الخازنة لنبات نجمة الصباح morning glory (وهو: *Ipomoea pandurata*)؛ بما يعنى إمكان استخدامه كمصدر جيد لتلك المركبات (Harrison وآخرون ٢٠٠٨).

الأوراق

تُستخدم أوراق البطاطا كغذاء فى بعض الدول الأفريقية، ويفيد التسميد البوتاسى لهذا المحصول فى زيادة محتواها من المركبات الفينولية؛ ومن ثم النشاط المضاد للأكسدة. وقد ازدادت الأحماض الفينولية بنسبة حوالى ٢٠٪ عندما أضيف النيتروجين إلى البوتاسيوم بنسبة ١ : ٥، بينما أدت كل مستويات التسميد البوتاسى إلى زيادة محتوى المواد الفلافونية بنسبة حوالى ٣٠٠٪ (Redovnikovic وآخرون ٢٠١٢).

وقد أنتج صنف جديد من البطاطا فى اليابان باسم Suioh لاستخدامه كمحصول ورقى. يتميز هذا الصنف بالطعم الجيد لأوراقه ومحتواها المرتفع من كل من الكالسيوم وفيتامين أ عما يتوافران به فى السبانخ.

يعد الليوتين lutein - وهو كاروتين – قادر على تأخير العمى المرتبط بتدهور الشبكية macular degeneration. وتعد أوراق البطاطا مصدرًا ممتازًا لهذا المركب، وهى التى يزيد محتواها منه عما فى أوراق الصليبيات. وفضلاً عن أن أوراق البطاطا تُستخدم كغذاء للإنسان فى بعض الدول، فإنها يمكن أن تستخدم كمصدر للإنتاج التجارى لـ الليوتين (Menelaou وآخرون ٢٠٠٦).

وتحتوى أوراق البطاطا على مستوى مرتفع من البولى فينولات، مقارنة بما يحتويه ١٢ نوعًا من الخضر الرئيسية. وتتكون تلك البولى فينولات من حامض الكافيك caffeic acid وخمسة أنواع من مشتقاته، هى:

3-mono-O-caffeoylquinic acid (Chlorogenic acid, ChA).

3,4-di-O-caffeoylquinic acid (3,4-diCQA).

3,5di-O-caeffeoylquinic acid (3,5-diCQA).

4,5-di-O-caeffeoylquinic acid (4,5-diCQA).

3,4.5-tri-O-caeffeoylquinic acid (3,4,5-triCQA).

تُظهر تلك البولى فينولات وظائف فسيولوجية متنوعة وتعمل كمضادات أكسدة ومضادات للطفرات وللسرطان وداء السكر وللنشاط البكتيرى (Yoshimoto وآخرون ٢٠٠٦).

هذا .. ويؤدى تعرض الأوراق لحرارة متوسطة الارتفاع مع إضاءة قوية إلى تراكم المركبات الفينولية، وهى التى قد يكون لها أهمية كبيرة فى تعزيز صحة الإنسان (Islam وآخرون ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية للخضر البصلية

تُعد الخضر البصلية غنية بعدة أنواع من المركبات الكبريتية thiosulfides وثيقة الصلة بالحد من الإصابة بعدد من الأمراض المزمنة. كذلك فإنها غنية بالفلافونات: quercetin ، kaempherol، والجلوتاثيون، والسيلينيم عند نموها فى تربة غنية بالعنصر.

وتتباين كثيرًا تركيزات وأنواع المركبات الكبريتية فى مختلف الخضر البصلية، وهى تحتوى على نحو ١٪ - ٥٪ على أساس الوزن الجاف من المركبات الكبريتية غير البروتينية. وأمكن التعرف على خمسة isomers منها، هى: الـ alliin، و isoalliin، والـ propiin، والـ mehiin، والـ ethiin.

ولقد قُدِّر محتوى الـ thiosulfides الكلى (بالجرام/كجم وزن طازج) بنحو ٠,٢ فى أوراق البصل، و٠,٧٢ فى الشيف، و١,٠٢ فى أبصال البصل.

ويتباين المحتوى من مختلف المركبات الكبريتية باختلاف المحصول؛ فهو فى البصل – مثلاً – ٣٤٪ methiin، و٥٪ ethiin، و٦٪ propiin، و٥٪ alliin، و٤٩٪ isoalliin؛ وفى الثوم ٩٢٪ alliin، و٨٪ methiin.

وعند تجريح أو سحق تلك الخضر فإن الـ thiosulfides تتحول إنزيميًا إلى allyl sulfides نشطة بيولوجيًا (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

وثانى أهم مجموعات المركبات الكيميائية النشطة بيولوجيًا فى الخضر البصلية هى الفلافونويدات. وفى أوراق البصل يشكل الـ quercetin حوالى ٥٠٪ من الفلافونويدات، بينما يشكل الـ kaempferol ٣١٪، والـ luteolin ١٤٪. أما فى أبصال البصل فإن الـ quercetin يشكل أكثر من ٩٥٪ من الفلافونويدات، مع آثار من الـ kaempferol. ويقل محتوى الـ quercetin جوهريًا فى البصل الأبيض عما فى البصل الأحمر، كما يوجد معظمه فى

الحراشيف الخارجية. وفى الثوم يشكل الـ myricetin ٧٢٪ من الفلافونويدات، بينما يتوفر الـ apigenin بنسبة ٢٣٪، والـ quercetin بنسبة ٥٪. ويسود الـ kaempferol فى كل من الشيف وشيف الثوم garlic chive والكرات (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

وبينما ينخفض محتوى الخضر البصلية من عنصر السيلينيم (٠.٠٦ جزء فى المليون فى الثوم، و٠.٠٢ جزء فى المليون فى البصل)، فإنه يمكن زيادة تركيز العنصر بصورة ملحوظة عند زراعة تلك الخضر فى وسط غنى بالعنصر، حيث ازداد تركيزه - فى إحدى الدراسات - إلى ١١٠- ١٥٠ جزء فى المليون فى الثوم، وإلى ٢٨ جزء فى المليون فى البصل (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

البصل

للبصل مزايا واستعمالات علاجية وطبية عديدة، منها أنه مضاد لتكاثر البكتيريا فى الأغذية (مثل الكفتة) وفى القناة الهضمية، ويرجع ذلك إلى فعل المركبات التى من طراز الأليسين allicin-type compounds، حيث تتفاعل الأليسينات allicins، والمركبات ثنائية الكبريت disulfides مع مركبات الثيول thiol (SH)، مثل السيستين cystein، لتمنع دخولها فى تركيب البروتينات، كما يلى:

$$R_1\text{-}\underset{\underset{O}{|}}{S}\text{-}S\text{-}\text{-}R_2 + 2R_3SH \longrightarrow R_1\text{-}S\text{-}S\text{-}\text{-}R_3 + R_2\text{-}S\text{-}S\text{-}\text{-}R_3 + H_2O$$

allicins thiols mixed disulfides

$$R_1\text{-}S-S\text{-}\text{-}R_2 + R_3SH \longrightarrow R_1-S-S\text{-}\text{-}R_3 + R_2SH$$

وتؤدى تفاعلات كهذه إلى منع نمو الخلايا البكتيرية (Augusti ١٩٩٠). وفضلاً عن تأثير هذه المركبات كمضادات بكتيرية تفيد الإنسان، فقد وجد أن مستخلصات البصل ـ وكذلك الثوم ـ تمنع نمو، أو توقف نمو أكثر من ٨٠ نوعًا من الفطريات الممرضة للنبات، إلا أن آفات البصل ومسبباته المرضية لا تتأثر بهذه المركبات، بل ـ على العكس ـ تنجذب لها ويزداد نشاطها عند تواجدها (عن Brewster ١٩٩٤).

كذلك يفيد البصل فى خفض تركيز السكر فى الدم، وخفض الكوليسترول، وخفض تجمع الدم وتكوين الجلطات (Goldman ١٩٩٦)، وكثير من الفوائد الأخرى التى تخرج تفاصيلها عن أهداف هذا الكتاب، والتى يمكن الرجوع إليها فى Augusti (١٩٩٠).

ويعتبر محتوى البصل من الكورستين quercetin ذات أهمية طبية خاصة، إذ إنه من أهم المركبات الفلافونية flavonoids التى توجد فى البصل. تستعمل المركبات الفلافونية فى علاج بعض الأمراض، وخاصة السرطان، وللكورستين أهمية بالغة كمركب مضاد للأكسدة ومضاد للسرطان. والفلافونات مجموعة كبيرة جدًا من المركبات التى تشترك فى احتوائها على نواة فلافونية flavone nucleus تتركب من حلقات بنزينية مرتبطة من خلال حلقة بيرين heterocylic pyrine ring. ويرجع أصل الاسم كورستين إلى النبات كوركس *Quercus*. ويتوفر الكورستين – كذلك – إلى جانب البصل – فى كل من الشاى، والبن، والحبوب النجيلية، وعديد من الفاكهة والخضر.

وقد وجد أن مستوى البصل من الكورستين الكلى ينخفض تدريجيًا من الحراشيف الخارجية الجافة بالاتجاه نحو الحلقات الداخلية. ووجد أعلى تركيز للكورستين فى الحراشيف الخارجية الجافة للصنف ردبون Red Bone (٣٠,٦٦ جم/كجم وزن جاف). بينما احتوى الصنف كونتسا Contessa على أقل تركيز (٠,٠٩٤جم/كجم وزن جاف). كذلك وجد تباين مماثل فى محتوى الأبصال من الكورستين الحر الذى بلغ أعلى تركيز له (٢٠,٦٤ جم/كجم وزن جاف) فى الحراشيف الخارجية الجافة للصنف كونتسا (Patil & Pike ١٩٩٥).

ووجد أن محتوى الأبصال من الكورستين الجلوكوسيدى فى أصناف البصل الصفراء، والوردية، والحمراء يتراوح بين ٥٤ و ٢٨٦ مجم/كجم من الأبصال الطازجة، بينما لم توجد سوى آثار من المركب فى أصناف البصل البيضاء. وبالمقارنة كان تركيز الكورستين الحر منخفضًا فى جميع الأصناف المختبرة حيث لم يزد عن ٠,٤ مجم/كجم، باستثناء صنف واحد – هو 20272-G، حيث بلغ تركيز الكورستين الحر فى أبصاله ١٢,٥مجم/كجم من الوزن الطازج.

وأدى تخزين الأبصال فى الجو العادى – وخاصة على ٢٤°م مقارنة بتخزينها على ٥ أو ٣٠°م – إلى إحداث زيادة كبيرة فى محتواها من الكورستين بلغت أقصاها بعد نحو ثلاثة شهور

من التخزين، أعقبها نقص فى محتوى الكورستين استمر حتى نهاية فترة التخزين التى دامت خمسة شهور. أما التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته من الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فلم يؤثر على محتوى الأبصال من الكورستين بعد خمسة شهور من التخزين (Patil وآخرون ١٩٩٥ أ).

كما وجد أن محتوى أبصال البصل من الكورستين يتأثر كثيرًا بمنطقة الإنتاج، وبدرجة أقل بكل من نوع التربة ومرحلة النمو، حيث يزداد المحتوى قليلاً بتقدم النضج (Patil وآخرون ١٩٩٥ ب).

ويختبر الباحثون نظرية افتراضية مؤداها أن المركبات الكبريتية التى تتوفر فى البصل وغيره من نباتات الجنس *Allium* تتفاعل فى الكبد لتنشيط الإنزيمات المخلّصة من السموم Detoxification enzymes؛ الأمر الذى يحمى الدنا (DNA) من مهاجمة المركبات المحدثة للسرطان (ASHS Newsletter – المجلد ١٤ – العدد الخامس – مايو ١٩٩٨).

وعلى الرغم من الأهمية الطبية للبصل، إلا أن الاعتماد على البصل فقط فى الغذاء لعدة أيام يؤدى إلى تحطم خلايا الدم الحمراء والتسمم. وقد حدثت حالات تسمم من هذا النوع فى الماشية التى احتوى علفها على كميات كبيرة من البصل (Kingsbury ١٩٦٣).

كما قد تصاب الأبصال ومنتجات البصل بعديد من الأعفان التى قد يكون من بينها فطريات منتجة للأفلاتوكسينات المسببة للسرطان.

وفى دراسة على التلوث الميكروبى خلال مختلف مراحل تجفيف البصل فى أحد المصانع فى سوهاج وجد Zohri وآخرون (١٩٩٢) تلوثًا عاليًا بعديد من الفطريات فى المراحل الأولى من التجفيف، ولكنه تناقص تدريجيًا إلى أن اختفى تمامًا فى المرحلة النهائية (العاشرة) وقبل النهائية من عملية التجفيف. وقد عزل الباحثون ١٥ نوعًا من الفطريات تنتمى إلى ٧ أجناس، كان من بينها *Aspergillus niger*، و *A. flavus*، و *A. terreus.*، و *A. chrysogenum*، و *Penicillium*. ووجدت الأفلاتوكسينات ابتداءً من المرحلة الأولى للتجفيف – بتركيز ١٢٠ ميكروجرامًا لكل كيلوجرام – حتى المرحلة الثامنة – بتركيز ٢٠ ميكروجرامًا لكل كيلوجرام – ولكنها اختفت تمامًا فى المرحلتين التاسعة والعاشرة للتجفيف.

ويعتبر البصل مصدرًا جيدًا للمركبات البكتينية التى تتوفر فى قشوره الجافة بنسبة تتراوح بين ١٠٪ و٣٣٪ حسب الصنف. كما يحتوى البصل الأحمر على ثمانية أنواع من الصبغات الأنثوسيانينية. وتتوفر فى البصل عديد من المركبات الفلافونية، والتى من أهمها مركب الكورستين Quercetin الذى عزل فى بداية الأمر من قشور البصل الصفراء، ولكنه وجد بعد ذلك فى أوراق البصل. وهو يوجد فى القشور الجافة فى صورة حرة ولكنه يرتبط بالسكريات فى أنسجة البشرة بالأوراق. ويتراوح محتوى قشور الأبصال الملونة من الكورستين بين ٢,٥ و ٦,٥٪ على أساس الوزن الجاف، بينما لا يزيد محتوى قشور الأبصال البيضاء عن ملليجرامًا واحدًا لكل ١٠٠ جرام من الوزن الجاف.

كذلك تحتوى قشور الأبصال الملونة على عديد من المركبات الفينولية، والتى منها: حامض بروتوكاتيكوك Protocatechuic acid، وفلوروجلوسينول Phloroglucinol، وبيروكاتيكول Pyrocatechol وغيرهم.

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف المركبات الكيميائية التى توجد فى نباتات البصل — وخاصة فى الأبصال — يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ ب).

ولقد أمكن عزل الفلافونات التالية من الحراشيف الحمراء لأبصال صنف البصل Red Baron (Fossen وآخرون ١٩٩٨):

quercetin 3,7,4'–o–β-triglucopyranoside

quercetin

quercetin 4'-o-β-glucopyranoside

quercetin 3,4'-o-β-diglucopranoside

هذا .. ويعد المركبان الثالث والرابع أعلاه — وخاصة المركب الرابع — أهم الفلافونات فى البصل، حيث يشكلان معًا ٨٥٪ من الفلافونات الكلية، ويقل تركيز الـ quercetin إلى نحو ٢٪ من الفلافونات الكلية. ويشكل نحو ١٧ مركبًا آخر حوالى ١٥٪ من الفلافونات الكلية (Price & Rhodes ١٩٩٧).

وأوضحت الدراسات الحديثة أن البصل يمكن استعماله فى علاج أو تقليل أو منع حدوث بعض المشكلات الصحية، مثل: السرطان، وأمراض أوعية القلب، والسكر، والربو، والتضادية الحيوية التى تؤدى إلى اتلاف أحد المتعضيين antibiosis، وذلك بسبب محتواه العالى من مضادات الأكسدة.

ويحتوى البصل الأصفر على أعلى محتوى من الفينولات الكلية، يليه البصل الأحمر، فالأبيض، لكن البصل الأحمر كان الأعلى فى التأثير المضاد للأكسدة، تلاه الأصفر، فالأبيض (Gokce وآخرون ٢٠١٠).

وعمومًا .. يتميز البصل بخصائص تجعله مضاد للبكتيريا، وأن له تأثيرات فى خفض كل من مستوى السكر والدهون والتخثر وتكوين الأورام الليفية، وله مميزات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Augusti (١٩٩٠).

الثوم

حظى الثوم بأهمية خاصة، نظرًا لما نُسب إليه من فوائد عديدة فى المجال الطبى. ومن المعروف أن الثوم يحتوى على مادة مضادة للبكتيريا السالبة والموجبة لصبغة جرام تسمى آليسين allicin، وهى التى تتحلل إلى مركبين، هما: داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الداى آليل داى سلفيد، كما يلى (عن Augusti ١٩٩٠):

$$\underset{\text{Alliin}}{2C_3H_5\text{-}\underset{\substack{|\\ O}}{S}\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_2)\ COOH} \xrightarrow{\text{allinase}} \underset{\text{allicin}}{C_3H_5\text{-}S\text{-}\underset{\substack{|\\ O}}{S}\text{-}C_3H_5} + 2NH_3 + 2CH_3CO.COOH$$

أليين ألينيز آليسين

وبعد ذلك يعيد الأليسين ترتيب نفسه إلى داى أليل داى سلفيد، وثيوسلفونات الداى أليل داى سلفيد.

$$\underset{\text{Allicin}}{2C_3H_5\text{-}S\text{-}\underset{\substack{|\\ 0}}{S}\text{-}C_3H_5} \longrightarrow \underset{\text{dially disulfide (DADS)}}{C_3H_5\text{-}S\text{-}S\text{-}C_3H_5} + \underset{\text{thiosulfonate of DADS}}{C_3H_5\underset{\substack{|\\ (0)_2}}{S}\text{-}S\text{-}C_3H_5}$$

يعتبر الآليسين Allicin (وهو: 2-propene-1-sulphinothioic acid S-2propenyl ester) من أكثر الثيوسلفينات thiosulphinates تواجدًا فى الثوم المقطوع أو التى تهتكت أنسجته حديثًا (Calvey وآخرون ١٩٩٤)، وهو المركب الأم الذى يتكون منه عديد من المركبات الكبريتية المسئولة عن الطعم، والنكهة، والخصائص الطبية والعلاجية للثوم.

ويرتبط النشاط المضاد للميكروبات فى زيت الثوم بمحتواه من الـ allyl cysteinesulfoxides (El-Shourbagy ١٩٩٣).

ويشكل الـ Alliin lyase نحو ١٠٪ من البروتين الكلى فى فصوص الثوم (Ellmore & Feldberg ١٩٩٤).

يعد الثوم طاردًا للديدان الأسطوانية، وخافضًا لضغط الدم المرتفع، ومستوى السكر والدهون والتخثر، ويفيد فى علاج بعض حالات أمراض القلب، وكمطهر، ومضاد للبكتيريا، وله استعمالات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Augusti (١٩٩٠).

الأهمية الطبية للخضر الورقية

الخس

تتباين أصناف الخس فى محتوى أوراقها من المركبات المفيدة لصحة الإنسان ؛ فقد احتوى صنف الخس Round على الكورستين quercetin – وهو مركب فلافونى مضاد للإصابات السرطانية – بتركيز ١١ جزءًا فى المليون، بينما تراوح التركيز فى صنف الخس Lollo Rosso من ٤٥٠ جزءًا فى المليون فى الأوراق الداخلية إلى ٩١١ جزءًا فى المليون فى الأوراق الخارجية (Crozier وآخرون ١٩٩٧).

وتراوح المحتوى الكلى للفلافونات – المقدرة كوحدات للأجليكون aglycon فى المادة الطازجة – فى ثمانية أصناف من الخس – بين ٠,٣، و٢٢٩ ميكروجرامًا لكل جرام.

وأمكن التعرف فى أصناف الخس ذات الأوراق الخضراء على خمس من الكورستينات quercetins، هى:

quercetin-3-o-galactoside

quercetin-3-o-glucosie

quercetin-3-o-glucuronide

quercetin-3-o-(6-o-malonyl) glucoside

quercetin-3-o-rhamnoside

وكذلك على المركب:

luteolin-7-o-glucuronide

وعلى مركبين إضافيين من السياناديات cyanidins فى الأصناف ذات الأوراق الحمراء، هما:

cyanidin-3-o-glucoside

cyanidin-3-o(6-o-malonyl) glucoside

وأحدث تقطيع الخس ثم تعريضه للضوء فقدًا جوهريًا فى الفلافونات بلغ ٩٤٪ فى طراز ورق البللوط الأخضر، و٤٣٪ فى طراز ورق البللوط الأحمر، و٣٦٪ فى طراز الآيس برج، و٢٥٪ فى طراز الباتافيا batavia، و٢٤٪ فى طراز lollo biondo، و٦٪ فى طراز lollo roso، بينما لم يحدث فقدًا يذكر فى طرازى الرومين والخس الورقى الأخضر green salad bowl.

وأدى تخزين رؤوس الخس الكاملة فى الظلام على ١ °م مع ٩٨٪ رطوبة نسبية لمدة ٧ أيام إلى فقد ما بين ٧٪، و٤٦٪ من الجلوكوسيدات الفلافونية (DuPont وآخرون ٢٠٠٠).

السبانخ

تحتوى أوراق السبانخ التى فى منتصف مرحلة تكوينها على تركيزات أعلى من الفينولات الكلية، والفلافونات الكلية، ومضادات الأكسدة عما تحتويه الأوراق غير المكتملة التكوين والمكتملة التكوين، وتبين أن الفلافونات هى المكون الرئيسى لمضادات الأكسدة (Pandjaitan وآخرون ٢٠٠٧).

كما أن الزراعات الخريفية المتأخرة للسبانخ (التى تبقى فى الحقل خلال فصل الشتاء) تحتوى على تركيزات أعلى من الفينولات الكلية ومضادات الأكسدة عما تحتويه نباتات الزراعات الخريفية المبكرة (التى تُحصد بنهاية فصل الخريف)؛ بما يعنى أن ظروف النمو، والشدّ البيئى والحيوى تؤثر فى أيض الفينولات.

ولقد احتوت سلالات التربية المتقدمة من السبانخ – الأكثر مقاومة للأمراض – على تركيزات أعلى من الفينولات، والفلافونات الكلية والمفردة، ومضادات الأكسدة عما وُجد فى الأصناف التجارية؛ بما يعنى إمكان الانتخاب لزيادة المحتوى الفينولى وزيادة مضادات الأكسدة فى السبانخ (Howard وآخرون ٢٠١٠).

الكرفس

ترجع النكهة المميزة للكرفس إلى محتواه من الثاليدات phthalides والتربينات terpenes، والفيورانوكيومارينات linear furanocoumarins، مثل الـ psoralen، والـ xanthotoxin، والـ bergaten، والـ isopimpinellin.

وتُحدث المركبات الثلاثة الأولى (الـ psoralen، والـ xanthotoxin، والـ bergaten) مشاكل جلدية للإنسان والحيوان بعد ملامستها للجلد – أو تناولها – إذا أعقب ذلك التعرض للضوء.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة، حيث تكون مطفرة للدنا (الـ DNA)، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠ – ٣٨٠ مللى ميكرون.

وقد اكتشفت أضرار السورالينات على العمال المشتغلين بالكرفس سواء أكان عملهم فى الحقول، أم فى محلات السوبر ماركت (عن Afek وآخرين ١٩٩٥ ب).

وعادة لا يصل تركيز تلك المركبات فى الكرفس إلى المستوى السام للإنسان، إلا أن تركيزها يزداد فى وجود الملوثات، وفى الحرارة المنخفضة، وفى حالات الإصابات المرضية والميكانيكية، وعند كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويوجد نوعان رئيسيان من السورالينات psaralens (الـ linear furanocoumarins)، هما: 5-methoxypsoralen، و 8-methoxypsoralen (والأصح: methoxsalen).

وقد قدر تركيز السورالينات فى الأجزاء المختلفة لصنف الكرفس الواسع الانتشار Tall Utah 52-70R وسلالة التربية UC-08، وكانت النتائج كما يلى:

الجزء النباتى	تركيز السورالينات (جزء فى المليون)
الأوراق الخارجية المسنة	٤٤.٩
الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	٩.٩
أوراق القلب الصغيرة	٣.٦
أعناق الأوراق الخارجية المسنة	١.٤
أعناق الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	١.٠
أعناق أوراق القلب الصغيرة	١.٥
الجذور	٠.٩

وتبعًا لتلك النتائج فإن أنصال الأوراق الخارجية المسنة والأوراق الوسطى المكتملة التكوين فقط هى التى تحتوى على تركيزات عالية من السورالينات إلى درجة قد تشكل خطرًا على صحة الإنسان والحيوان (Diawara وآخرون ١٩٩٥).

وقد وصل تركيز المركبات: الـ psoralen، والـ bergapten، والـ xanthotoxin، والـ isopimpinellin إلى حوالى ١٢ - ٥٠ جزءًا فى المليون فى خمسة أصناف من الكرفس. وقد أدى رش الكرفس ٢ - ١٤ مرة بالبرافو ٥٠٠ Bravo 500 (وهو chlorothalonil)، أو بالمانزيت د Manzate-D (وهو mancozeb)، أو بالكوسيد ١٠١ Kocide 101 (وهو أيدروكسيد نحاس) إلى زيادة الـ bergapten بمقدار ضعفين إلى أربعة أضعاف فى أنصال وأعناق الأوراق، والـ isopimpinellin بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف فى أنصال الأوراق (Nigg وآخرون ١٩٩٧).

يعتقد أن السورالينات Psoralens — التى توجد فى الكرفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والتين، والموالح — هى فيتوألاكسينات ذات علاقة بمقاومة الكرفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة، مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furacoumarin من ٢ إلى ٩٥ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الطازج.

ولكن يبدو أن السورالينات ذاتها ليست هى الفيتوألاكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين marmesin، الذى يتكون منه السورالين. وقد وجد Afek وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥أ) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة طويلة، علمًا بأن المارمسين يتحول تدريجيًا — بصورة طبيعية — إلى سورالين بعد الحصاد.

وقد تبين أن المارمسين marmesin (+) — وهو بادئ السورالينات psoralens فى الكرفس — تبلغ قوة مضادته للفطريات مئة ضعف قوة السورالينات. وقد صاحبت زيادة قابلية الكرفس للإصابة بالأمراض خلال شهر من التخزين نقصًا فى محتواه من المارمسين واكبته زيادة فى تركيز السورالين. وأوضحت الدراسات أن الزيادة فى إصابة الكرفس بالأعفان ترتبط سلبيًا بتركيز المارمسين وإيجابيًا بتركيز السورالين. وظهر بعد شهر من تخزين الكرفس على صفر أو ٢°م أن تركيز السورالينات ازداد من ١٠ إلى ١٣٦ أو إلى ٨٧ جزءًا فى المليون — على أساس الوزن الطازج — على التوالى، بينما انخفض تركيز المارمسين تحت الظروف ذاتها من ٣٣ إلى ٤ أو إلى ١١ جزءًا فى المليون. وقد كانت إصابة الكرفس بالأعفان بعد شهر من التخزين على صفر أو ٢°م هى ٦٢٪، و٢٧٪ على التوالى (Afek وآخرون ١٩٩٣، و١٩٩٥ب).

كذلك اكتشف Afek وآخرون (١٩٩٣، و١٩٩٥ ج) فيتوألاكسين آخر غير المارمسين أطلقوا عليه اسم الكولمبيانتين columbiantein بلغت قوة مضادته للفطريات ما لا يقل عن ٨٠ ضعف قوة السورالينات، وكما كان الحال مع المارمسين، فإن تركيز الكولمبيانتين انخفض أثناء تخزين الكرفس لمدة شهر على الصفر المئوى، وواكب ذلك زيادة فى كل من قابلية الخس للإصابة بالأعفان ومحتواه من السورالين.

الرجلة

تُعد الرجلة *Portulaca oleracea* من الأغذية الغنية بعديد من المركبات الهامة لصحة الإنسان؛ فهى أحد أحسن المصادر النباتية للـ alpha-linolenic acid، وهو omega-3 fatty acid. ويُعد هذا الحامض الدهنى بادئ لمجموعة خاصة من الهرمونات (الـ prostglandins)،

وقد يوفر حماية من الإصابة بأمراض أوعية القلب والسرطانات وعدد من الأمراض المزمنة التى تُصيب الإنسان. كذلك فإن الرجلة تُعد مصدرًا ممتازًا للفيتامينات المضادة للأكسدة: alpha-tocopherol، وحامض الأسكوربيك، والبيتا كاروتين، وكذلك الجلوتاثيون glutathione، وللأحماض الأمينية: isoleucine، وleucine، وlysine، وmethionine، وcystine، وphenylalanine، وtyrosine، وthreonine، وvaline (Palaniswamy وآخرون ٢٠٠٢).

تحتوى أوراق الرجلة على ٦٪ دهون على أساس الوزن الجاف، وأكثر الأحماض الدهنية تواجدًا فيها (فى كل من الأوراق والبذور) هو حامض اللينولينك linolenic acid الذى أسلفنا ذكره. ويمكن أن تكون الرجلة وسيلة غذائية فعالة لخفض مستوى الكوليسترول فى الدم والوقاية من مرض انسداد الشريان التاجى فى الإنسان (Bhardwaj ٢٠٠٧).

تعد الرجلة عالية بدرجة كبيرة فى محتواها من الأوميجا-٣ (α-linolenic acid)، وهو حامض دهنى أساسى يُفيد فى خفض حالات الإصابة بأمراض القلب الوعائية وبعض الأمراض السرطانية كما بينا، ويوجد نحو $\frac{2}{3}$ هذا المحتوى من الحامض فى الكلوروبلاستيدات، على الرغم من عدم وجود علاقة بين المحتوى الكلوروفيلى والحامض. وقد ازداد تركيز الحامض الدهنى بنسبة ٢٣٩٪ عندما كانت نسبة النيتروجين النتراتى إلى النيتروجين الأمونيومى فى المحلول المغذى ٠.٥ : ٠.٥، مقارنة بالوضع عندما كانت النسبة ١ : صفر، وازداد بنسبة ١١٤٪، مقارنة بالوضع عندما كانت النسبة ٠.٧٥ : ٠.٢٥ (Palaniswamy وآخرون ٢٠٠٠).

وقد كانت أفضل نسبة من الأحماض الدهنية الـ omega-6 إلى الـ omega-3 فى نباتات الرجلة بعد شتلها بنحو ٢٠ يومًا؛ أى بعد نحو ٤٢ يومًا من زراعة البذرة، وذلك مقارنة بالنسبة بعد ٤٠ أو ٦٠ يومًا من الشتل (Mortley وآخرون ٢٠١٢).

الجرجير

تراوح المحتوى الكلى للجلوكوسينولات glucosinolates فى الجرجير بين ١٤.٠٢، و٢٨.٢٤ ميكرومول/جم وزن جاف. وشكّل الجلوكورافانين glucoraphanin ٥٢٪ من الجلوكوسينولات الكلية فى إحدى السلالات. وقد تباينت السلالات فى تحلل الجلوكورافانين إلى الـ isothiocyanate sulforaphane. كذلك أظهرت أوراق الجرجير تباينًا فى محتوى المركبات الفينولية، مثل: الـ

الفينولية، مثل: الـ querecetin-3-glucoside، والـ rutin، والـ myricetin، والـ quercetin، والـ ferulic acid، والـ p-coumaric acid. كما ظهرت تباينات كبيرة فى الكاروتينات الكلية التى تراوحت بين ١٦,٢، و٢٧٥ ميكروجرام/جم، وكان أهمها الـ lutein (Villatoro-Pulido وآخرون ٢٠١٣).

الهندباء

الفلافونات

يتراوح محتوى الهندباء من المركبات الفلافونية بين ٤٤، و٢٤٨ ميكروجرامًا/جم وزن طازج، ومن أهم هذه المركبات ما يلى:

Kaempferol-3-o-glucoside

Kaempferol-3-o-glucuronide

Kaempferol-3-o-[(6-0-malonyl)glucoside]

وقد أدى تجهيز الهندباء للاستهلاك – بتقطيع الأوراق – إلى حدوث فقد فى المركبات الفلافونية تراوح من ٨٪ فى الأصناف المهدبة الأوراق إلى ٣٢٪ فى الإسكارول (DuPont وآخرون ٢٠٠٠).

السيلينيم

أدت زيادة تركيز السيلينيم فى المحول المغذى للهندباء إلى زيادة تركيز العنصر فى الأوراق، وكانت الزيادة أكبر باستعمال $NaSeO_4$ كمصدر للسيلينيم مقارنة باستعمال $NaSeO_3$. وازداد الوزن الكلى للنباتات عندما استعملت سيلينات الصوديوم $NaSeO_4$ بتركيز ١-٤ ملليجرام/لتر، بينما نقص كل من الوزن الطازج والوزن الجاف للنباتات عندما استعملت $NaSeO_3$ بتركيز ٢ مجم/لتر أو أكثر من ذلك. كذلك انخفض محتوى الأوراق من النترات جوهريًا بزيادة تركيز $NaSeO_3$. وأدت إضافة أى من $NaSeO_4$، أو $NaSeO_3$ بتركيز ٢ مجم/لتر إلى رفع محتوى الأوراق من السيلينيم إلى ٥٠٣٦، و٢٧٥٥ ميكروجرام سيلينيم/كجم وزن جاف على التوالى (٧٥٥، و ٢٣٤ ميكروجرام سيلينيم لكل كيلوجرام وزن طازج)، علمًا بأن القدر المناسب من السيلينيم الذى يجب توفره فى غذاء الإنسان يتراوح بين ٥٠، و ٢٠٠ ميكروجرام يوميًا (Lee & Park ١٩٩٨).

الأسبرجس

يمكن اعتبار مهاميز الأسبرجس من المصادر الممتازة لمضادات الأكسدة الطبيعية، مثل المركبات الفينولية. ولقد وجد ارتباط بين مختلف الفلافونات والأحماض الأيدروكسي سينامية hydroxycinnamic acids والنشاط المضاد للأكسدة بالمستخلص الإيثانولي للمهاميز؛ علمًا بأن تلك المركبات كانت أكثر، وأن نشاط الأكسدة ازداد في مهاميز الأسبرجس الخضراء عما في البيضاء (Guillén وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد أمكن عزل عدة أنواع من الاستيرويدات steroids من جذور الأسبرجس، وأظهرت ثمانية أنواع منها نشاطًا جوهريًا مضادًا لخلايا سرطانية بالفئران والإنسان (Huang وآخرون ٢٠٠٨).

الخرشوف

كانت أكثر المركبات المضادة للأكسدة تواجدًا في مستخلصات الخرشوف من الأجزاء المأكولة وتلك التي تتخلف بعد تصنيعه كلا من حامض الكلوروجنك chlorogenic acid، وسينارين أ cynarin A، والناريروتين narirutin. وقد يكون لتلك المركبات أهمية في الأسواق النامية للإضافات المغذية (Mabeau وآخرون ٢٠٠٧).

ولطالما استخدمت مستخلصات أوراق الخرشوف – على نطاق واسع – في الأغراض الطبية كواقيات للكبد hepatoprotectants، وكعوامل chloeretic. وتمثل أوراق الخرشوف مصدرًا طبيعيًا للأحماض الفينولية، والتي من أهمها – في الخرشوف – الأحماض الـ dicaffleoylquinic – مثل السينارين cynarin (وهو: 1,3-dicaffeolquinic acid) ويليه حامض الكلوروجنك chlorogenic acid (وهو: 5-caffeolquinic acid). وقد وجد أن تعريض أوراق الخرشوف للأشعة فوق البنفسجية يزيد من مستويات تلك الأحماض (Moglia وآخرون ٢٠٠٨).

الأهمية الطبية للخضر الكرنبية (الصليبية)

محتوى الجليكوسينولات

تُعد الخضر الكرنبية (الصليبيات) أغنى مصادر الجليكوسينولات glucasinolates في غذاء الإنسان. وهي – كذلك – غنية في كل من فيتامين E والتوكوفيرولات tocopherols، وفيتامين C والألياف. ومن بين الـ ١٢٠ من الجلوكوسينولات التي أمكن التعرف عليها، يعرف ٢٠ منها في الصليبيات، ويتواجد ثلاثة أو أربعة منها بكميات جوهرية. وأكثرها شيوعًا الجلوكوسينولات الأليفاتية،

الصليبيات، ويتواجد ثلاثة أو أربعة منها بكميات جوهرية. وأكثرها شيوعًا الجلوكوسينولات الأليفاتية، فالإندولية، فالأروماتية.

وتتضمن الجلوكوسينولات الأليفاتية كلاً من :

glucoerucin	glucorophanin
epi-progoitrin	progoitirim
napoleiferin	sinigrin
glucoalysin	gluconapin

وتتضمن الجلوكوسينولات الإندولية كلا من:

4-hydroxyglucobrassicin	glucobrassicin
neo-glucobrassicin	4-methoxyglucobrassicin

وتتضمن الجلوكوسينولات الأروماتية كلاً من:

sinalbin	gluconasturtiin

(Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تتباين أنواع الجلوكوسينولات السائدة فى مختلف الصليبيات، كما يلى:

المحصول	الجلوكوسينولات السائدة فيه
البروكولى	Glucoraphanin, glucobrassicin, progoitrin, and gluconasturtiin
كرنب بروكسل والكرنب والقنبيط والكولارد والكيل	Sinigrin, progoitrin, and glucobrassicin
اللفت والروتاباجا	Gucobrassicin, progoitrin, and gluconasturtiin.
الفجل	Glucoerucin, glucoraphanin, and glucobrassicin

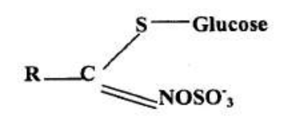
هذا .. ويتباين محتوى الجلوكوسينولات فى أجزاء النبات الواحد، وفى مختلف مراحل نموه؛ ففى البروكولى – مثلاً – يبلغ محتوى الجلوكوسينولات فى الرؤوس المستخدمة فى الغذاء حوالى ٢٠ – ٥٠ ضعف محتواها فى الأنسجة الأخرى فى النباتات البالغة.

البروكولي – مثلاً – وجد لدى دراسة المحتوى في ٦٥ صنفا وسلالة أن الـ glucoraphain كان الجلوكوسينول الرئيسي لكن محتواه بلغ في الصنف الأعلى محتوى Brigadier ضعف المحتوى في الصنف الأقل محتوى EV6-1 (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تعتبر الجلوكوسينولات glucosinolates (أو الثيوجلوكوسيدات thioglucosides) مثل السينرجين sinigrin من المركبات الكبريتية الهامة في نباتات العائلة الصليبية. فهذه المركبات تتحلل إنزيميًا عند تمزق الخلايا، وينتج عنها تكوين الأيزوثيوسيانات isothiocyanates، وهي تتكون من زيوت الخردل، والثيوسيانات thiocyanates ذات الأهمية البالغة.

ولقد أمكن عزل أكثر من ١٠٠ مركب من الجلوكوسينولات من عدد محدود من العائلات النباتية، ولكنها تتركز بصفة خاصة في نباتات العائلة الصليبية.

إن التركيب الكيميائي العام للجلوكوسينولات كما يلي:



ومن أمثلتها، ما يلي:

الاسم	الـ R-group
Sinigrin	Prop-2enyl
Progoitin	2-Hydroxybut-3-enyl
Gluconapoleiferin	2-Hydroxypent-4-enyl
Glucoiberverin	3-Methylthiopropyl
Glucoerucin	3-Methylthiobutyl
Glucoiberin	3-Methylsulfinylpropyl
Glucoraphanin	4- Methylsulfingylbutyl

الاسم	الـ R-group
Gluconasturtiin	**2-Phenethyl**
Glucobrassicin	**Indoly-1-3-methyl**
4-Hydroxyglucobrassicin	**4-Hydroxyindoly-1-3-methyl**
4-Methoxyglucobrassicin	**2-Methoxyindoly-1-3methyl**
Neoglucobrassicin	**1-Methoxyindoly-1-3methyl**

ويوضح شكل (٤-١) التركيب الكيميائى الكامل لثمان من هذه الجلوكوسينولات، علمًا بأن R فى الشكل تمثل التركيب الكيميائى العام (الأساسى) لمختلف الجلوكوسينولات.

$CH_3-S(=O)-(CH_2)_4-R^*$
Glucoraphanin
(4-methylsulfinylbutyl glucosinolate)

$CH_3-S(=O)-(CH_2)_3-R$
Glucoiberin
(3-methylsulfinylpropyl glucosinolate)

$CH_3-S(=O)-(CH_2)_5-R$
Glucoalyssin
(5-methylsulfinylpentyl glucosinolate)

$CH_3-S-(CH_2)_4-R$
Glucoerucin
(4-methylthiobutyl glucosinolate)

$CH_2=CH-CH_2-R$
Sinigrin
(allyl glucosinolate)

CH_2-R
Glucobrassicin
(indole-3-ylmethyl glucosinolate)

CH_2-R, N, OCH_3
Neoglucobrassicin
(1-methoxyindole-3-ylmethyl glucosinolate)

OH, CH_2-R, N
4-Hydroxyglucobrassicin
(4-hydroxyindole-3-ylmethyl glucosinolate)

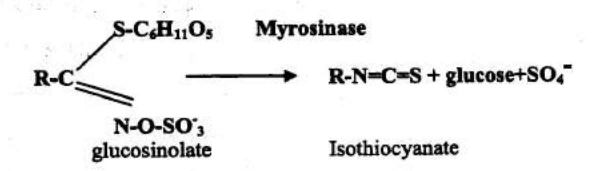
$$^*R = -C{\langle}^{S-C_6H_{11}O_5}_{N-OSO_2O^-}$$

شكل (٤-١): التركيب الكيميائى لبعض أنواع الجلوكوسينولات التى توجد فى الخضر الصليبية (عن Farnham وآخرين ٢٠٠٠).

وتعد جميع الجلوكوسينولات أنيونات، وهى غالبًا ما تتواجد فى النباتات على صورة ملح البوتاسيوم.

وتتحلل الجلوكوسينولات بسهولة بواسطة إنزيم الميروزينيز myrosinase الذى يتواجد معها، وينتج عن ذلك: β-D-glucose، وsulfate، وأجلوكون aglucon عضوى. ويمكن أن يتحلل المركب الأخير معطيًا thiocyanates، وiosthiocyanates، وnitrils، وcyanides، وozazolidine-thiones (عن Rangavajhyala وآخرين ١٩٩٨).

وتنتج الأيزوثيوسيانات عند تحلل الجلوكوسينولات بفعل إنزيم الميروزينيز، كما يلى:



وقد تبين من دراسات Kyung وآخرين (١٩٩٥) أن المركب 1-cyano-2,3-epithiopropane هو أكثر المركبات تواجدًا من بين تلك التى تنتج عن تحلل السنجرين sinigrin.

كما أمكن عزل المركب 2-propenyl isothiocyanate من كل من الكرنب الأبيض والأحمر، والمركب 3-butenyl isothiocyanate من الكرنب الأحمر.

ويؤدى تحلل الجلوكوسينولات إلى إعطاء الصليبيات نكهتها وطعمها المميزين، كما أنها تعد مضادة للإصابات السرطانية، وفى الوقت ذاته فإنها قد تؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية.

ومن أمثلة المركبات المسئولة عن الطعم والنكهة، والتى تنشأ عن التحلل الإنزيمى للجلوكوسينولات المركب: allyl isothiocyanate الذى يتكون فى المسترد وفجل الحصان نتيجة للتحلل الإنزيمى للسنيجرين sinigrin، وهو مركب حار قوى مسيّل للدموع.

ونجد أن المركب indol-3-ylmethylglucosinolate – الذى يتواجد بتركيزات عالية فى عديد من الخضر الكرنبية – ذات أهمية بالغة نظرًا لكونه مضاد للإصابات السرطانية (عن Hansen وآخرين ١٩٩٥).

كذلك فإن من نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates المركبان: benzylisothiocyanates، و2-pheny1 isoththiocyanate اللذان يثبطان الإصابات السرطانية التي تحدثها المركبات الكيميائية (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

هذا .. ويؤدي المركب 5-vinyloxazolinidine-2-thione إلى تضخم الغدة الدرقية، كما يؤدي المركب thiocyanate إلى منع حصول الغدة الدرقية على اليود.

الكرنب

يعد الكرنب – وكرنب أبو ركبة – أقل الصليبيات احتواء على الجلوكوسينولات ويعد القنبيط والبروكولي وسطا في هذا الشأن، بينما يوجد أعلى تركيز لهذه المركبات في الكرنب بروكسل (عن Ryder ١٩٧٩).

وقد كان المركبان sinigrin، وglucoiberin أكثر المركبات الأليفاتية تواجدًا في الكرنب الأبيض، بينما ساد المركب progoitrin في الكرنب الأحمر، وشكلت المركبات الإندولية ٣٠٪ - ٤٠٪ من الجلوكوسينولات الكلية، وكان أكثرها تواجدًا المركب glucobrassicin. وعمومًا فإن تركيز الجلوكوسينولات الكلية كان منخفضًا في الكرنب (٢٦,٥٠ مجم/جم) مقارنة بتركيزها في كرنب بروكسل (١٢٦,٦١ مجم/جم) (Ciska وآخرون ١٩٩٤).

كذلك كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا في *B. oleracea* (الكرنب والكيل) هي:

3-methylsulphinylpropylally-glucosinolate

2-propenyl-glucosinolate

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate

حيث شكلت ٣٥٪، و٢٥٪، و٢٩٪ من الجلوكوسينولات الكلية على التوالي، كما كان أعلى تركيز لهذه المركبات بعد ١٤ يومًا من الزراعة، بينما كان أعلى تركيز في رؤوس الكرنب ذاتها عند بداية تكوينها (Rosa وآخرون ١٩٩٦، وRosa ١٩٩٧أ).

وفي دراسة أخرى على الكرنب .. وجد Rosa (١٩٩٧ب) أن أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا في الأجزاء الهوائية للنبات كانت:

2-propenyl-glucosinolate

3-methylsulfinyl glucosinolate

وذلك بمتوسط قدره ٢٦١، و١٦٧ ميكرومول/١٠٠جم – على أساس الوزن الجاف – لكل منهما على التوالى، بينما كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا فى الجذور، هى:

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate

2-phenylethyl-glucosinolate

3-methylsulfinylpropyl-glucosinolate

وذلك بمتوسط قدره ٤٩٥، و٤٩٥، و٣٨٥ ميكرومول/١٠٠جم – على أساس الوزن الجاف – لكل منها على التوالى. وكان أعلى تركيز لكل منها – فى كل من الأجزاء الهوائية والجذور – خلال فترة الظلام الساعة ٢ صباحًا بالنسبة للأجزاء الهوائية، والساعة ١١ مساء بالنسبة للجذور، بينما كان أقل تركيز لها خلال فترة الإضاءة، وبخاصة الساعة ٦ مساء. وقد استدل من نتائج الدراسة على أن درجة الحرارة ليست مؤثرة فى التغيرات اليومية فى تركيز الجلوكوسينولات. وعلى الرغم من وجود فرق معنوى كبير جدًا بين التركيز الكلى للجلوكوسينولات فى الأجزاء الهوائية للنبات (٥٨١ ميكرومول/١٠٠جم) والجذور (٢١٢٤ميكرومول/١٠٠جم وزن جاف)، فإن نتائج الدراسة لم تؤيد مبدأ انتقال الجلوكوسينولات بين الأجزاء الهوائية والجذور.

القنبيط

يحتوى القنبيط – كغيره من الخضر الصليبية الأخرى – على مركبات الثيوجلوكوسيدات thioglucosides التى تتحلل إنزيميًا عند تهتك الأنسجة، وتنتج منها أيونات الأيزوثيوسيانات isothiocyanates، والثيوسيانات thiocyanates وغيرها. وهى مركبات مسئولة عن إكساب الصليبيات نكهتها المميزة، إلا أن وجودها – بتركيز مرتفع، وتعاطيها بكميات كبيرة – يمكن أن يصيب الإنسان بتضخم فى الغدة الدرقية.

وتوجد تلك القدرة على إحداث تضخم فى الغدة الدرقية فى عديد من الخضر الصليبية، مثل القنبيط، والكيل، وكرنب أبوركبة، وكرنب بروكسل، ويحدث ذلك على النحو التالى:

تتحرر الإيزوثيوسينات isothcyanates (اختصارًا NCSs)، والـ oxazolidine-2-thiones (اختصارًا OZTs)، وأيون الثيوسيانات thiocyanate (اختصارًا SCN).. تتحرر من الجلوكوسينولات glucosinolates (اختصارًا GSs) بفعل إنزيم thiogluciside glucohydrolase. ومن المعروف أن الثيوسينات من 3-indolylmethyl-GSs تثبط تراكم اليود فى الغدة الدرقية؛ مما قد يؤدى إلى تضخمها. وقد وجد أن وزن الكبد والغدة الدرقية ازداد فى فئران التجارب التى أعطيت فى غذائها 5-vinyl-OZT، وهو مركب ينتج من 2-hydroxy-butenyl-GS.

ومن ناحية أخرى .. وجد ان المركبين: benzyl-، و2-phenylethyl-NCS – اللذان ينتجان عن تحلل الـ GS – يثبطا الإصابات السرطانية المحدثة كيميائيًا فى فئران التجارب.

وقد وجد Carlson وآخرون (١٩٨٧) تشابهًا فى نوعيات الجلوكوسينولات الموجودة فى كل من القنبيط، وكرنب بروكسل، والكيل.

هذا .. وقد وجد أعلى تركيز لأيون الثيوسيانات فى الأقراص غير الناضجة، ثم قل تركيزه تدريجيًا مع النضج. كذلك كان أعلى تركيز فى النموات الخضرية فى البادرات الصغيرة التى بعمر ١٥ يومًا، ثم انخفض التركيز تدريجيًا، مع تقدم النباتات فى العمر إلى أن وصل إلى أقل مستوى له فى النباتات التى بعمر ٧٢ يومًا أو أكثر (Ju وآخرون ١٩٨٠).

الفجل

يحتوى الفجل – كغيره من الصليبيات الأخرى – على مركبات الجلوكوسينولات المنتجة لأيونات الثيوسيانات thiocyanates المسئولة عن الحرافة، والتى تؤدى – عند كثرة تناولها فى الغذاء – إلى تضخم الغدة الدرقية.

وقد قام Carlson وآخرون (١٩٨٥) بدراسة محتوى جذور ١٠٩ أصناف من الفجل، ووجدوا أن أكثر المركبات انتشارًا بها هو 4-methythio-3-butenyl-glucosinolate، مع تواجد كميات قليلة من المركبات التالية:

4-methylsulfinylbuty-glucosinolate

4-methylsulfinyl-3butenyl-glucosinolate.

3-indolymethyl-glucosinolate.

وقد وجد أن أكثر من ٨٠٪ من الأصناف الحمراء الأوروبية تحتوى جذورها على ١٠٠ – ١٩٩ ميكرومول من مركبات الجلوكوسينولات/١٠٠جم، مقابل ١٠٠-٢٩٩ ميكرومول/١٠٠جم فى جذور الأصناف الكورية، و٢٠٠-٣٩٩ ميكرومول/١٠٠جم فى جذور الأصناف الأمريكية.

كذلك وجد عند دراسة ١١ صنفًا من الفجل أن أكثر المركبات تواجدًا كان 4-methylthio-3-butenylisothiocyanate. وكان هذا المركب أعلى تركيزًا فى الأصناف اليابانية ذات الجذور الطويلة الرفيعة عما فى الأصناف الكورية ذات الجذور القصيرة السميكة، كما ازداد تركيز المركب فى طرف الجذر عما فى قمته أو عند الأكتاف، وفى القشرة الخارجية عما فى الأنسجة الداخلية. هذا .. ولم تؤثر الأسمدة – بما فى ذلك تلك التى تحتوى على الكبريت – على المحتوى الكلى للمركب بالنباتات. كذلك لم ينخفض تركيز المركب معنويًا فى الجذور التى خزنت فى مخازن باردة رطبة لمدة وصلت إلى شهرين (Lee وآخرون ١٩٩٦، وCoogan وآخرون ١٩٩٩).

البروكولى

لقد وجد أن الجليكوسونيليت السائد فى البروكولى هو جلوكورافانين glucoraphanin، وأن الأيزوثيوسيانيت الذى ينحدر منه بالتحلل بفعل إنزيم الميروزينيز هو سلفورافان sulforaphane. وتبين أن السلفورافان مستحث قوى وفعال للنشاط الإنزيمى اللاغى للسمية detoxification فى الثدييات، وأنه يثبط الأورام السرطانية المستحثة كيميائيًا فى حيوانات التجارب (Farnham وآخرون ٢٠٠٠).

كما وجد لدى مقارنة عشر سلالات من البروكولى فى محتواها من الجلوكوسينولات أنها تتباين جوهريًا فى محتواها من الجلوكوسينولات الأليفاتية ولكن ليس الإندولية. وقد تراوح مدى التباين فى محتوى السلالات من الجلوكوسينولات الأليفاتية بين ٥٤.٢٪ بالنسبة للـ glucoraphanin إلى ٧١.٠٪ للـ progoitrin. أما بالنسبة للجلوكوسينولات الإندولية فإن التباين بين السلالات كان فى حدود ١٢٪ فقط (Browo وآخرون ٢٠٠٢).

المسترد والكيل والكرنب الصينى

بدراسة محتوى الجلوكوسينولات glucosinolates فى ٧٢ صنفًا من عدد من الصليبيات، هى: المسترد الورقى mustard greens (*B. juncea*)، والكيل الصينى Chinese kale (*B. oleracea* var. *alboglabra*)، والكرنب الصينى Chinese cabbage (*B. rapa* var. *pekienensis*)، وpak choy (*B. rapa* var. *chinensis*)، و tendergreen (*B. rapa* var. *pervirides*)، واللفت turnip (*B.rapa* var. *rapofera*)، و *B. narinosa* و *B. nipposinica*) .. تبين من الدراسة أن *B. juncea* يحتوى على تركيزات عالية بشكل واضح من الـ allyl-glucosinolates حيث تراوحت نسبتها بين ٨١٪، و٩٤٪، بينما احتوى *B. oleracea* على تركيزات عالية من الـ 4-methylsulfinylbutyl-glucosinolates حيث تراوحت نسبتها بين ٩٪، و٦٨٪ (Hill وآخرون ١٩٨٧).

وأظهرت دراسات Carlson وآخرون (١٩٨٧) تشابهًا بين كرنب بروكسل، والقنبيط والكيل فى نوعيات الجلوكوسينولات التى توجد فيها وتركيزاتها النسبية.

وأعطى Charron & Sams (١٩٩٩) بيانًا بالجلوكوسينولات الرئيسية فى كل من الكرنب الصينى، والمسترد ذى الأوراق العريضة، والمسترد الهندى، والبروكولى، والكيل، والكرنب، وبيانًا آخر بالأيزوثيوسيانات التى تنطلق من كل من تلك الأنواع.

وقد بلغ تركيز الجلوكوسينولات الكلية فى الكيل الصينى Chinese Kale (وهو *Brassica alboglabra*) ١٢٥٥,٦٤، و٣٣٥,٧١، ١٦٨,٤٣ ميكرومول/ ١٠٠جم وزن طازج فى كل من النورة الزهرية، والسيقان، والأوراق، على التوالى. وبالمقارنة .. كان المحتوى فى محصول الشوى صم Choy sum (وهو *Brassica campestris* subsp *chinensis* var. *utilis*) ٥٦٩,٣٢، و١٥,١٣، و٤٥,٣٨ ميكرومول/ ١٠٠جم وزن طازج على التوالى. وكانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا، هى:

المحصول	أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا	الاسم الكيميائى
Chinese Kale	gluconapin	3-butenyl glucosinolate
	glucorapahanin	4- methylsulfinylbutyl glucosinolate
Choy sum	gluconapin	3-butenyl glucosinolate
	progoitrin	2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate

وفى كل من النوعين .. أمكن التعرف على أربعة أنواع من الجلوكوسينولات الإندولية (He وآخرون ٢٠٠٠).

العوامل المؤثرة فى محتوى الجلوكوسينولات وتركيز الثيوسيانات

من بين أهم العوامل المؤثرة فى محتوى الكرنب – والصليبيات الأخرى – من الجلوكوسينولات والثيوسيانات، ما يلى:

١- الصنف:

وجد Bible وآخرون (١٩٨٠) أن أصناف الكرنب المتأخرة كانت أكثر احتواء على أيون الثيوسيانات عن الأصناف المبكرة، وكان الارتباط موجبًا، وجوهريًا بين محتوى الثيوسيانات، وعدد الأيام حتى النضج.

٢- معاملات منظمات النمو:

أدت معاملات منظمات النمو المبينة فى جدول (٤-٣) إلى زيادة محتوى الثيوسيانات فى أصناف معينة من بعض الصليبيات، بينما لم يكن لهذه المعاملات تأثير على محصولى: الكرنب والبروكولى، وعلى أصناف أخرى من الفجل (Chong وآخرون ١٩٨٢).

جدول (٤-٣)

معاملات منظمات النمو التى أدت إلى زيادة محتوى جذور الفجل واللفت من مركبات الثيوسيانات

المحصول	الصنف	المعاملة	
		منظم النمو	التركيز (جزء فى المليون)
الفجل	Burpee White	daminozide	١٠٠٠
اللفت	Tokyo Cross	GA_3	١٠٠٠
	Snow Ball	6-benzylamiopurine	٥٠٠

ولقد أدى رش نباتات اللفت بأى من حامض السلسيلك salicylic acid أو المثيل جاسمونات methyl jasmonate إلى حث زيادة تمثيل الجلوكوسينولات الأروماتية والإندولية، وهى التى يمكن استخدامها فى المجالات الطبية والصيدلانية (Smetanska وآخرون ٢٠٠٧).

٣- التجريح:

ازداد تركيز الجلوكوسينولات بمقدار ١٥ ضعفا فى الكرنب المفروم إلى أجزاء صغيرة مقارنة بالكرنب السليم (عن Van Doorn ١٩٩٩).

٤- التخزين وظروف التخزين:

تباينت نوعيات المركبات التى تكونت عند تحلل الـ glucosinolates فى ثلاثة أصناف من الكرنب أثناء تخزينها المبرد، ولوحظ تناقص فى تركيز كل من الـ thiocyanate، والـ isothiocyanate، والـ goitrin أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بتدهور فى نوعية الكرنب المخزن. وعندما كان التخزين فى هواء متحكم فى مكوناته ازداد محتوى الكرنب من كل من الـ isothiocyanates الطيارة، والـ goitrin فى المراحل الأولى للتخزين، ولكنها تناقصت بمعدلات عالية قرب نهاية فترة التخزين (عن Hansen وآخرين ١٩٩٥).

أهمية الجلوكوسينولات لكل من النبات والإنسان

ترجع أهمية الجلوكوسينولات – وما ينتج عن تحللها من أيزووثيوسيانات – إلى ما يلى:

١- تلعب دورًا رئيسيًا فى إعطاء الصليبيات نكهتها المميزة.

٢- تلعب دورًا فى مقاومة بعض الحشرات.

٣- يعد التركيز المرتفع من الثيوسيانات سامًا للإنسان، لأنها تؤدى إلى نقص اليود فى الجسم، وتضخم الغدة الدرقية (توصف هذه المركبات بأنها goitrogenic).

لقد لوحظت العلاقة بين الصليبيات وتضخم الغدة الدرقية منذ عام ١٩٢٨، حيث شوهدت أعراض المرض على الحيوانات الزراعية التى احتوى علفها على كميات كبيرة من الصليبيات، ثم عرف بعد ذلك أن المرض يرجع إلى ما تحتويه هذه النباتات من مركبات الثيوسيانات.

فمثلاً .. يؤدى المركب 5-vinyloxazolinidine-2-thione إلى تضخم الغدة الدرقية، كما يؤدى المركب thiocyanate إلى منع حصول الغدة الدرقية على اليود.

هذا إلا أن الثيوجلوكوسيدات thioglucosides (مثل الـ singrin) ذاتها لا تحدث تضخمًا فى الغدة الدرقية (nongiotrogenic)، ولكنها تتحلل إنزيميًا إلى جلوكوز، وbisulfate ومركبات وسطية

من الأيزوثيوسيانيت isothiocyanates، ينتهي بها الأمر إلى تكوين نيتريل Nitril، وكبريت، وثيوسيانيت thiocyanate، والمركب المسئول عن تضخم الغدة الدرقية، وهو الـ goitrin (= S-5- Vinyloxazolidine-2-thione) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

٤- التأثير المثبط للأيزوثيوسيانات للإصابات السرطانية:

من الجانب الإيجابي، فإن من بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates المركبان benzyl isothiocyanate، و2-phenylethyl isothiocyanate اللذان يثبطان الإصابات السرطانية التي تُحدثها المركبات الكيميائية (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

هذا .. ولم يمكن عزل المركب الكبريتي المثبط للإصابات السرطانية 1,2-dithiole-3-thione من أوراق الكرنب (Marks وآخرون ١٩٩٢).

ولمزيد من التفاصيل عن التأثيرات المثبطة للإصابات السرطانية التي تحدثها الخضر الصليبية .. يراجع Fahey & Stephenson (١٩٩٩).

٥- دور الأيزوثيوسيانات في المكافحة المتكاملة للفطريات الممرضة للنباتات في التربة:

وجد أن الأنسجة المهروسة لنباتات أنواع الجنس *Brassica* تؤدي عند خلطها بالتربة إلى تقليل الإصابات النباتية المرضية، فقد خفضت الإصابة بعفن أفانوميسس الجذري في البسلة، وقللت من مستوى تواجد الفطر *Verticillium dahliae* المسبب لمرض ذبول فيرتسيليم في عديد من الأنواع النباتية، وكذلك الفطرين *Pythium ultimum*، و*Rhizoctonia solani*، وهي من فطريات التربة الواسعة الانتشار. وقد حدث ذلك عندما استخدمت بقايا نباتية من أي من الكيل، أو الـ rapeseed (*B. rapa*)، أو البروكولي، أو الكرنب، أو الكرنب الصيني، أو مسترد الأوراق، أو المسترد الهندي. وترجع تلك الخاصية إلى مركبات الأيزوثيوسينات isothiocyanates التي تنتجها الأنسجة النباتية عند تحلل الجلوكوسينولات. وقد كانت أكثر الأيزوثيوسيانات التي أمكن التعرف عليها تواجدًا هي: (Z) 3-hexenyl acetate في حالة الكرنب والبروكولي والكرنب الصيني، و allyl isothiocyanate في حالة مسترد الأوراق والمسترد الهندي (Charron & Sams ١٩٩٩).

ويستدل من دراسات Subbarao & Hubbard (١٩٩٦) أن بقايا نباتات البروكولي ساعدت في تقليل إعداد الجسيمات الحجرية microsclerotia للفطر *V. dahliae* في درجات

حرارة تراوحت بين ١٠، و٣٥°م، سواء أكانت البقايا النباتية المستعملة جافة أم طازجة. ولكن فى حرارة ٣٠°م أو أقل من ذلك كانت البقايا النباتية الطازجة أكثر كفاءة من البقايا الجافة فى التأثير على الفطر. وعلى الرغم من أن عدد الجسيمات الحجرية انخفض جوهريًّا بعد ٤٥ يومًا على حرارة ٣٥°م بدون إضافة مخلفات البروكولى، فإن إضافة تلك المخلفات (جافة أو طازجة) – على تلك الدرجة – قضى تمامًا على الجسيمات الحجرية للفطر. وفى كل درجات الحرارة حدث أكبر خفض فى عدد الجسيمات الحجرية فى التربة فى خلال ١٥ يومًا من إضافة المخلفات النباتية، وكانت المخلفات الطازجة أكثر تأثيرًا – بصورة معنوية – عن المخلفات الجافة. هذا.. وقد نمت نباتات القنبيط فى التربة المعاملة بصورة أفضل، وكانت أقل إصابة بذبول فيرتسيلم عما كان عليه الحال فى التربة غير المعاملة بمخلفات البروكولى.

محتوى الفلافونويدات

دُرس محتوى ٢٨ نوعًا من الخضر – شملت معظم الخضر الصليبية – من الفلافونويدات flavonoids ووجد أن محتوى الكورستين quercetin فى الجزء المستخدم فى الغذاء كان أقل من ١٠ مجم/كجم فى معظم الخضروات باستثناء الكيل (١١٠ مجم/كجم)، والبروكولى (٣٠ مجم/كجم)، والبصل (٤٨٦ مجم/كجم). وفى دراسة أخرى على ٦٢ محصولاً من الخضر – شملت معظم الصليبيات – كان أعلاها محتوى من الفلافونويدات: البروكولى والقنبيط والكرنب والكرنب الصينى، حيث تراوح محتواها فيها بين ١٤٨، و٢١٩ مجم/كجم.

وقد اختلفت أنواع الفلافونويدات فى مختلف الخضر الصليبية، كما يلى:

المحصول	الفلافونويدات السائدة فيه
البروكولى	myricetin, quercetin, luteolin
القنبيط	Myricetin, quercetin
الكرنب	Myricetin
الكيل	Kaempferol (211 mg/kg)
البروكولى	Kaempferol (72 mg/kg)
اللفت	Kaempferol (48 mg/kg)

(Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

محتوى الألياف

تحتوى الصليبيات على قدر جوهرى من الألياف، حيث قدرت بنحو ٥٠٪ من المادة الجافة (أو حوالى ٥٪ من الوزن الطازج) فى القنبيط، علمًا بأن نحو ٤٠٪ منها كانت من عديدات التسكر غير النشوية. وقدرت نسبة السيليلوز بنحو ٣٦٪ واللجنين بنحو ١٤.٥٪ فى كرنب بروكسل، بينما كانت نسبتيهما فى القنبيط ١٦٪، و١٣٪ - على التوالى - من المادة الجافة (Kushad ٢٠٠٣).

محتوى السيلينيم

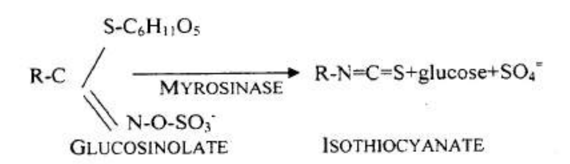
يمكن أن يتراكم السيلينيم فى الصلّيبيات بدرجة أكبر من تراكمه فى غيره من الخضر، عند نموها فى تربة غنية بالعنصر. ولقد وجد أن البروكولى الذى نُمّى فى تربة زُوّدت بالعنصر احتوى على سيلينيم بتركيز بلغ ٧ أضعاف تركيزه فى الكرنب والسلق السويسرى والسلق والكولارد. وعندما سُمّدت نباتات البروكولى بسيلينات الصوديوم sodium selenate أو سيلنيت الصوديوم sodium selenite تجمع بها العنصر بتركيز ٢٧٨ مجم/جم وزن جاف (فى الزهيرات)، مقارنة بتركيز قدره ٠.١٣ مجم/جم وزن جاف فى زهيرات نباتات الكنترول (Kushad وآخرين ٢٠٠٣).

الحماية الكيميائية للخضر الصليبية من الإصابة بالسرطان

يعرض Czapski (٢٠٠٩) الخصائص التى تجعل الخضر الصليبية مضادة للسرطان، وذلك فى كل من البروكولى والكيل وكرنب بروكسل والكرسون المائى، مع بيان لدور وفعل المركبات الصليبية النشطة فى هذا الشأن، مثل: الـ sulforaphane، والـ indole-3-carbinol، والـ diindolylmethane، والـ phenethyl isothiocyanate.

إن استهلاك الصليبيات الطازجة - مثل الكرنب والبروكولى - ثلاث مرات شهريًا يؤدى إلى تقليل مخاطر الإصابة بالسرطان، وخاصة سرطان المثانة الذى تقل احتمالات الإصابة به بنسبة ٤٠٪، ويرجع ذلك إلى ما تحتويه تلك الخضروات من مركبات كبريتية، علمًا بأن تلك المركبات يُفقد معظمها عند طهى الخضر (freshinfo - الإنترنت - ٢٠٠٧).

وتوفر الخضر الصليبية للإنسان حماية كيميائية من الإصابة ببعض الأمراض السرطانية بفضل محتواها من الأيزوثيوسيانات isothiocynates، وهى التى تتكون نتيجة لتحلل الجلوكوسينولات glucosinilates بفعل إنزيم الميروزينيز myrosinase، هكذا:



تُعد الجلوكوسينولات شديدة الثبات، وتذوب في الماء، ويمكن أن يصل تركيزها في أنسجة معينة لبعض الأنواع النباتية إلى ١٪، وهي تتواجد في البركولي بنسبة ٠,٠٥٪ - ٠,١٪ على أساس الوزن الطازج. وفي المقابل .. فإن الأيزوثيوسيانات تكون قابلة للتطاير وشديدة القدرة على الدخول في تفاعلات، وهي التي يرجع إليها النشاط الفعال للصليبيات (Fahey & Stephenson ١٩٩٩).

ويُفيد المركب indole-3-carbinol – الذي يتواجد في الأغشية البلازمية للبروكولي والصليبيات الأخرى – في وقف تقدم الإصابة بسرطان الثدي، وذلك من خلال وقفه لتكاثر الخلايا السرطانية دون أن يقتلها (ScienceDaily – الإنترنت – ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية لنبت البذور

يُعد نبت البذور seed sprout غني بالمركبات الكيميائية المهمة لصحة الإنسان، والتي تمنع الإصابة بعدد من الأمراض الخطيرة مثل السرطان وأمراض القلب. ولقد دُرس محتوى نبت بذور البرسيم الحجازي (وهو مأكول) والبروكولي والفجل من تلك المركبات وتبين ارتفاع محتواها من المركبات الفينولية التي تُعد من مضادات الأكسدة القوية، إلاّ أن محتوى الفينولات انخفض بحدة مع تقدم النبت في العمر. وأدى تعريض النبت لإضاءة شديدة أو لشد البرودة إلى زيادة محتواها الفينولي، وزيادة فاعليتها كمضادات للأكسدة، وكان تأثير شد زيادة الإضاءة أقوى في هذا الشأن، حيث احتفظت بمستوى عالٍ من الفينولات بعد توقف شد الإضاءة. ولقد ازداد محتوى نبت البرسيم الحجازي من الفينول ferulic acid جوهريًا بمقدار ٢,٠، و١,٥ مرة مع شد الإضاءة القوية وشد البرودة، على التوالي. وبينما لم يتواجد الفينول myricetin في نبت بذور الفجل، وهي بعمر خمسة أيام، فقد تراكم فيها المركب لدى تعرضها لشدّ الإضاءة القوية. هذا بينما لم تؤثر معاملات الشد في الكتلة الحيوية الجافة المنتجة (Oh & Rajahekar ٢٠٠٩).

يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى والفجل والبروكولى والبرسيم وفول الصويا على تركيزات عالية من المركبات الكيميائية الهامة التى يمكن أن توفر حماية للإنسان من عدد من الأمراض الهامة. فمثلاً .. يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى على الـ canavanine – وهو نظير حمض أمينى amino acid analog – يوفر حماية من الإصابة بسرطان البنكرياس والقولون واللوكيميا leukemia. وللإستروجينات estrogens النباتية فى ذلك النبت نفس وظائف الإستروجين الإنسانى، ولكن بدون آثاره الجانبية؛ فهى تزيد تكوين العظم وتزيد كثافته وتمنع تحلله (فيما يعرف طبيًا باسم osteoporosis)، وتفيد فى التحكم فى التوهجات الحارة hot flashes والدورة الشهرية وتورمات الثدى الليفية.

كذلك فإن بذور البروكولى تحتوى على كميات كبيرة من الجلوكوسينولات، والأيزوثيوسيانينات التى تستحث تكوين إنزيمات الـ phase 2 التى تحمى الخلايا من النمو السرطانى، ويُظهر نبت تلك البذور مستوى من نشاط تلك الإنزيمات يبلغ ١٠ – ١٠٠ ضعف نشاطها فى النباتات البالغة.

ويُعد نبت بذور البرسيم الحجازى أحد أهم وأنقى المصادر الغذائية للسابونينات saponins، وهى التى تعمل على خفض دهون الكوليسترول الضار فى الدم، ولكن دون التأثير على الكوليسترول المفيد، كما أنها تُحفز النشاط المناعى بزيادتها لنشاط الخلايا القاتلة، مثل الـ T-lymphocytes والإنترفيرون Interferon. ويزيد محتوى السابونين فى نبت بذور البرسيم الحجازى بمقدار ٤٥٠٪ عما فى البذور ذاتها. كذلك يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى على وفرة من المواد الشديدة الفاعلية كمضادات أكسدة، وهى التى تمنع تحطم الدنا DNA وتحمى من تأثيرات الشيخوخة (Steven Meyerowitz – ٢٠٠٧ – الإنترنت).

يوجد أعلى تركيز من الجلوكوسينولات بالصليبيات فى نبت البذور، وهى التى تعد مصدرًا جيدًا لتلك المركبات لأجل الحماية من الإصابة ببعض أنواع السرطانات. ويتباين محتوى نبت البذور من تلك المركبات باختلاف الصنف النباتى والمحصولى للنوع *B. oleracea* (أجريت المقارنة بين نبت بذور الكرنب الأبيض والأحمر والمجعد، والبروكولى، والقنبيط)، ووجد أن تركيز الجلوكوسينولات

الألكيلية alkyl glucosinolates ينخفض، بينما يزداد تركيز الـ indol-3-methylglucosinolates بزيادة فترة الاستنبات. واحتوت جذور النبت على أعلى تركيز من الجلوكوسينولات أيًا كان عمر النبت (٤ أو ٧ أيام)، بينما احتوت الأوراق الفلقية في كلا العمرين على أعلى تركيز من كل من الـ alkythio- والـ alkyl sulphinylglucosinolates (Bellostas وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد ثبت أن للجليكوسينولات glycosinlates – وعلى الأخص الإيزوثيوسيانات isothiocyamates، التي تنتج عن تحللها – فاعلية مضادة للسرطان من خلال قدرتها على إنتاج إنزيمات مُزيلة للسموم في الإنسان، وذلك كما أسلفنا. ومن أبرز تلك المركبات – التي نالت قسطًا وافرًا من الدراسة – الـ glucoraphanin – الذي يوجد في البروكولي – والذي يتحلل ليعطي sulphoraphane. ويحتوي نبت بذور البروكولي والكرنبيات الأخرى على تركيزات عالية من الجلوكوسينولات. ومن هذه الكرنبيات – إلى جانب البروكولي – الفجل وكرنب أبو ركبة، وبدرجة أقل الكيل والجرجير والكرنب الصيني والكرنب (O'Hare وآخرون ٢٠٠٧).

ويحتوي نبت بذور البروكولي على تركيز من الجلوكورافانين gluciraphanin يبلغ ١٠ أضعاف تركيزه في البذور ذاتها. وقد أنتجت أصنافًا من البروكولي تميزت بارتفاع محصولها من البذور، مع ارتفاع محتوى بذورها من الجلوكورافانين لاستعمالها لهذا الغرض (USDA ٢٠٠٥).

كما يحتوي نبت بذور البروكولي على مستويات عالية من مركب السلفورافين sulforaphane الذي يمكن أن يوفر حماية ضد بعض أنواع الأمراض السرطانية. ولذا .. فقد اهتم الباحثون بإنتاج سلالات من البروكولي ذات إنتاج عالٍ من البذور لاستخدامها في إنتاج النبت، مثل السلالتين : USVL102، و USVL104 (Farnham & Harrison ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية للمشروم

وجد أن بعض أنواع المشروم الشائعة في اليابان، مثل: *Lentinus edodes*، و *Tricholoma matsutake*، و*Pholiota nameke* تحتوي على مركبات عديدة التسكر كانت ذات تأثير قوي في منع النموات السرطانية في فئران التجارب، وكان أشدها تأثيرًا المركب لنتينان lentinan – وهو مركب عديد التسكر – وذلك من بين ستة مركبات أمكن عزلها من الفطر *Lentinus edodes*.

كذلك أمكن فى *A. bisporus* (المشروم العادى) عزل مركب آخر مضاد للإصابات السرطانية، هو الرتين retine، وهو أبسط مركبات مجموعة الـ α-keto aldehydes.

وينسب لبعض أنواع المشروم قدرتها على خفض محتوى الكوليسترول فى الدم (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الفصل الخامس

العوامل المؤثرة فى القيمة الغذائية للخضر

تتأثر القيمة الغذائية للخضر بعديد من العوامل منها الوراثى والبيئى، ومنها العوامل السابقة للحصاد وتلك التالية له، وهى الأمور التى نناقشها فى هذا الفصل.

العوامل الوراثية

يُعنى بالعوامل الوراثية تلك التى ترجع إلى التباين الوراثى بين أصناف النوع الواحد من الخضر فى محتواها من مختلف العناصر الغذائية، ومن الأمثلة البارزة على ذلك ما يلى:

١- تعتبر البطاطا ذات اللون الداخلى البرتقالى الداكن من أغنى الأغذية بالكاروتين، بينما تفتقر الأصناف ذات اللون الداخلى الأبيض إلى هذا الفيتامين. كما يزداد تركيز الكاروتين مع زيادة تركيز اللون البرتقالى فى أصناف الجزر والكنتالوب، والذرة السكرية.

٢- تتباين أصناف الطماطم كثيرًا فى محتواها من فيتامين ج؛ حيث تراوح فى إحدى الدراسات – على سبيل المثال – بين ١.٨ و٢٩.٣ مجم حامض أسكوربيك / ١٠٠ جم من عصير الثمار.

٣- أنتجت أصناف من الطماطم ذات ثمار برتقالية اللون تتميز بارتفاع محتواها من الكاروتين، إلا أنه لم يَشِعْ استخدامها.

٤- تباين محتوى الليكوبين فى أصناف الطماطم التى كانت منتجة تجاريًا فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية بين ٥٥ ، و ١٨١ مجم / كجم عصير، ولوحظ أن محتوى الليكوبين اختلف باختلاف موسم الزراعة، وموقع الإنتاج، والصنف، ودرجة النضج (Garcia & Barrett ٢٠٠٦).

٥- تتباين أصناف الطماطم فى محتوى ثمارها من فيتامين E (الـ tocopherol الكلى)؛ فقد بلغ ١٨.٥ مجم/ كجم (وكان أعلى جوهريًا) فى الصنف Kabiria عما كان عليه فى ثمار الصنفين SVR ، و Esperanza (١٢.٢، و١٠.٣ مجم / كجم، على التوالى). وأثر تركيز

البوتاسيوم فى المحلول المغذى جوهريًا على محتوى الثمار من فيتامين E، كما أدت زيادته إلى زيادة محتوى الثمار من كل من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات المختزلة والحموضة المعايرة (Caretto وآخرون ٢٠٠٨).

٦- تتباين أصناف الطماطم التجارية فى مستوى نشاطها المضاد للأكسدة (أى فى محتوى ثمارها من المركبات المضادة للأكسدة). وفى دراسة قيمت فيها بعض الأصناف، كانت الأصناف New Girl ، وJet Star ، وFantastic، و First Lady أعلى دائمًا فى تلك الخاصية عن الأصناف Roma، و Early Girl (Aldrich وآخرون ٢٠١٠).

٧- يفيد الحامض الأمينى L-citrulline بثمار البطيخ فى تنظيم ضغط الدم، إلا أن محتوى الثمار من هذا الحامض الأمينى يتأثر بشدة بالعوامل البيئية (من ١,٦٧ إلى ٣,١٠ مجم/ جم وزن طازج)، وبالصنف (من٩ ١,٠ إلى ٤,٥٢ مجم/ جم وزن طازج، وفى أصناف خاصة من ١,٢٦ – ٧,٢١ مجم/ جم وزن طازج فى الصنف كونجو، ومن ٢,٢٣ – ٤,٠٣ مجم/ جم وزن طازج فى الصنف Au-Jubilant)، ولا يوجد ارتباط بين المحتوى ولون لب الثمار (أحمر وبرتقالى وأصفر وأبيض)، أو مع طبيعة الصنف (هجين أو مفتوح التلقيح). ومن أكثر الأصناف محتوى من الـ L- citrulline كلاً من : Tom Watson ، وPI 306364، و Jubilee (Davis وآخرون ٢٠١١).

٨- تراوح محتوى الدرنات من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم فى سلالات تربية متقدمة من البطاطس بين ٢٦٦، و ٩٤٤ ميكروجرامًا من الكالسيوم/ جرام وزن جاف، وبين ٧٨٧، و١٠٨٩ ميكروجرامًا من المغنيسيوم/ جرام وزن جاف (Brown وآخرون ٢٠١٢).

٩- يُعد فيتامين E (أو الـ tocopherol – الضرورى لصحة الإنسان) مضاد قوى للأكسدة، وهو لا يُمثَّل إلا فى الكائنات التى تقوم بعملية البناء الضوئى. ولقد دُرست احتمالات زيادة محتوى درنات البطاطس – وهى التى لا تقوم بعملية البناء الضوئى – من هذا الفيتامين بتحويلها وراثيًا بالجين At-HPPD (وهو: *Arabidopsis thaliana* p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase) ؛ لجعلها أكثر إنتاجًا للـ ∝-tocopherol. وقد وجد أن زيادة التعبير عن

At –HPPD فى الدرنات نتج عنها ٢٦٦٪ زيادة فى محتواها من الـ ∝-tocopherol. هذا إلا أن درنات النباتات المحولة وراثيًا لم يتعد محتواها من الـ ∝-tocopherol ١٠٪، و ١٪ من محتوى الأوراق والبذور من الفيتامين، على التوالى (Crowell وآخرون ٢٠٠٨).

١٠- تباينت نسبة النياسين فى ٤٦ سلالة من الذرة السكرية من ١٨.٢ إلى ٦٢.١ مجم ٪ (عن Harris ١٩٧٥).

١١- تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا الجافة فى محتوى بذورها من البروتين والأحماض الأمينية الضرورية.

ويحاول مربو النباتات الاستفادة من الاختلافات التى توجد بين أصناف وسلالات المحصول الواحد فى إنتاج أصناف جديدة تتميز بارتفاع محتواها من مختلف العناصر الغذائية.

ولتجنب إنتاج أصناف جديدة من الخضر أقل فى قيمتها الغذائية من الأصناف الشائعة فى الزراعة من نفس المحصول، أدخلت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية Food and Drug Administration عام ١٩٧١ تعديلاً على الخضر التى يعد استهلاكها مأمونًا. وبموجب هذا التعديل استبعدت أية أغذية تحدث بها تغيرات جوهرية فى تركيبها فيما يتعلق بالعناصر الغذائية الرئيسية التى يتميز بها المحصول، أو المركبات السامة التى قد توجد فيه. ويعتبر التغيير جوهريًا فى الحالات التى يحدث فيها نقص مقداره ٢٠٪ أو أكثر فى المحتوى الغذائى، أو زيادة مقدارها ١٠٪ أو أكثر فى محتوى المحصول من المركبات السامة (عن Kehr ١٩٧٣).

١٢- تباين المحتوى الكلى من الفلافونات (مجموع تركيزات تسعة منها) بين ٤٣٠، و٧٥٣ مجم/كجم على أساس الوزن الطازج، وتباينت – كذلك – قيم البولى فينولات ما بين ٦٠٧، و١٠٢٩ مجم/ كجم على أساس الوزن الطازج، وذلك فى عدد من أصناف البصل المختبرة (Ombódi وآخرون ٢٠١٣).

١٣- احتوت أصناف الخس التُراثية (القديمة) على تركيز أعلى من الكالسيوم (١.٩٣٪ على أساس الوزن الجاف) عما احتوته الأصناف الحديثة (١.٥٤٪)، كما احتوت الأصناف ذات الأوراق السائبة (غير المندمجة فى رأس) على أعلى تركيز من الكالسيوم (٢.٠٦٪)، وتلتها أصناف الرؤوس ذات المظهر الدهنى (١.٦٦٪)، فالأصناف الرومين (١.٤٩٪) (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

ووجدت اختلافات كبيرة بين أصناف الخس فى محتوى أوراقها من الكالسيوم حيث تراوحت ما بين ١,٢٧٪ -و ٣,٠٥٪ على أساس الوزن الجاف، وكانت أعلى الأصناف Salad Bowl، و Red Deer Tongue، و Buttercrunch، و Mignonette Bronze بمتوسط قدره ٢,٥٪، وأقلها الأصناف Adriana، و Australe، وCostal Star، وForellenschluss بمتوسط قدره ١,٣٣٪؛ هذا بينما لم توجد علاقة بين حجم الرأس ومحتوى الكالسيوم (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

كما أدت زيادة تعريض الخس للإضاءة إلى زيادة محتواه من مختلف المركبات الأيضية باستثناء النترات، وذلك على أساس الوزن الطازج، وكانت تلك التغيرات أكبر عندما أجرى الحصاد بعد الظهر عنه فى الصباح. أما النترات فقد انخفض تركيزها مع توفر الإضاءة المثلى، ولم يتأثر ذلك بموعد الحصاد صباحًا، أم بعد الظهر. وبذا .. فإنه يوصى بحصاد الخس بعد الظهر بعد النمو فى إضاءة قوية حيث يكون محتواه من النترات عند أقل مستوى، ولكن مع ارتفاع محتواه من المركبات الغذائية (Gent ٢٠١٤).

الظروف البيئية السائدة قبل الحصاد

الضوء

يعتبر الضوء أهم العوامل البيئية التى ترثر فى محتوى الخضر من العناصر الغذائية، فتوجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج. وقد لوحظت هذه العلاقة بوضوح فى كل من ثمار الطماطم وأوراق اللفت. ويبدو أن الضوء هو العامل البيئى الوحيد الذى يؤثر فى محتوى الخضر من فيتامين ج. أما تأثير الضوء على باقى العناصر الغذائية، فإنه ضعيف أو معدوم (Bradley ١٩٧٢).

وليس لشدة الإضاءة تأثيرًا يذكر على فيتامينات B، ولكن مع زيادة شدة الإضاءة يزداد محتوى الخضر من فيتامين C، وينخفض محتواها من الكاروتينات الكلية (وهى بادئات لفيتامين A) والكلوروفيل.

وتُنتج الخضر السكريات بكميات أكبر مع زيادة شدة الإضاءة، مما يؤدى إلى زيادة محتواها من فيتامين C. كما تؤدى زيادة شدة الإضاءة إلى ارتفاع حرارة النباتات؛ مما يثبط تمثيل الكاروتين، وهو الذى يحمى الكلوروفيل من الفقدان (الـ bleaching) فى الضوء القوى (Kader وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد وجد أن محتوى أوراق الخس من حامض الأسكوربيك، والسكريات، والكلوروفيل يزداد نهارًا عنه ليلاً (عن Etoh ١٩٩٤).

كما انخفض محتوى أوراق السبانخ النامية فى إضاءة منخفضة من حامض الأسكوربيك، بينما ازداد محتواها من كل من الأوكسالات والنترات (Proietti وآخرون ٢٠٠٤).

ولقد أدت زيادة شدة الإضاءة التى تنمو فيها ثلاثة أصناف من الفلفل ذات الثمار البرتقالية اللون (من إضاءة البيوت المحمية المظللة إلى البيوت المحمية غير المظللة إلى الإنتاج الحقلى) إلى زيادة محتوى المواد الكاروتينية الكلية فى النمو الخضرى للنباتات بنحو الضعفين، بينما انخفض محتوى الثمار من الكاروتينات بمقدار ٢ – ٣ مرات، وكانت جميع الأصناف متماثلة فى استجابتها لشدة الإضاءة، على الرغم من تباينها فى محتواها من مختلف المركبات الكاروتينية (Keyhaninejad وآخرون ٢٠١٢).

ويؤدى ارتفاع حرارة سطح الثمار – بسبب تعرضها لأشعة الشمس المباشرة - أثناء تفتحها – إلى حدوث نقص جوهرى فى محتواها من الليكوبين، ولكن مع حدوث زيادة جوهرية فى محتواها من كل من البولى فينولات وحامض الأسكوربيك (Pék وآخرون ٢٠١١).

وأدى تعريض نباتات بنجر المائدة للضوء الأخضر (بنسبة ٠.٤٣ أشعة حمراء: أشعة تحت حمراء تحتوى على ٢٥.٨٪ أشعة نشطة فى البناء الضوئى، باستخدام أغشية تتحكم فى الضوء النافذ من خلالها) .. أدى ذلك إلى خفض الوزن الجاف لكل من الجذور الخازنة (٦٨٪) والأوراق (٤٢٪)، ولكن مع زيادة فى تركيز المواد الكربوهيدراتية الذائبة فى الجذور، ومحتواها من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم والزنك (٠.٠٨، ٤٠، و٢.٩٥، و٠.٠٢٣ مجم/ جم وزن طازج، على التوالى. وعلى خلاف ذلك .. أدى تعريض النباتات للضوء الأخضر إلى خفض محتواها من كل من تركيز الفينولات الكلى (٠.٣٣ مقابل ٠.٤٧ مجم/ جم وزن طازج) والنشاط المضاد للأكسدة (٠.٦٥ مقابل ٠.٩٤ مكافئ ترولوكس Trolox/ جم وزن طازج)، مقارنة بالكنترول. كذلك انخفض التركيز الكلى للصبغة بنحو ٢٠٪، و٤٨٪ عند التعريض لكل من الضوء الأحمر (بنسبة ١.٢٩ أشعة حمراء: تحت حمراء تحتوى على ٦٦.٩٪ أشعة نشطة فى البناء الضوئى) والأخضر، على التوالى (Stagnari وآخرون ٢٠١٤).

درجة الحرارة

تحفز الحرارة المنخفضة تمثيل السكريات وفيتامين C فى الخضر، وتقلل فى الوقت ذاته من معدل أكسدة حامض الأسكوربيك.

وبينما يزيد إنتاج خضروات الجو الدافئ (مثل الفاصوليا والطماطم والفلفل والكنتالوب ... إلخ) من فيتامينات B فى الحرارة العالية (٢٧- ٣٠°م) عما فى الحرارة المنخفضة (١٠- ١٥°م)، فإن خضروات الجو البارد (مثل البروكولى والكرنب والسبانخ والبسلة ... إلخ) تنتج قدرًا أكبر من فيتامينات B فى الحرارة المنخفضة عما تنتجه فى الحرارة العالية.

وبالمقارنة.. فإن الحرارة المنخفضة تناسب تمثيل السكريات وفيتامين C (نظرًا لأن الجلوكوز يعد بادئًا لحامض الأسكوربيك)، وتقلل من أكسدة حامض الأسكوربيك.

ويصل البيتاكاروتين (بادئ فيتامين A) إلى أعلى محتوى له فى الطماطم فى مدى حرارى يتراوح من ١٥- ٢١°م، ولكنه ينخفض فى الحرارة الأقل والأعلى عن هذا المدى؛ بسبب حساسية تمثيل الليكوبين لدرجة الحرارة، وهو الذى يعد بادئًا لكل من البيتاكاروتين والليوتين lutein (Kader وآخرون ٢٠٠٧).

وقد ازداد محتوى البيتاكاروتين فى الخس (وكذلك السبانخ) بانخفاض درجة حرارة الهواء، وبزيادة شدة الإضاءة، أو بكليهما معًا، بينما انخفض المحتوى (فى كلا المحصولين) بزيادة الوزن الطازج للنباتات (Oyama وآخرون ١٩٩٩).

وعندما زُرعت السبانخ فى مزرعة مائية مع تعريض جذورها لحرارة مقبولة مناسبة قدرها ٢٠°م، ثم خُفِّضت حرارة الجذور – فقط – لـ ٥°م قبل الحصاد بأسبوعين لمدة أسبوع واحد، فإن تلك المعاملة أحدثت زيادة جوهرية فى محتوى الأوراق من كل من السكريات وحامض الأسكوربيك والحديد، بينما خفَّضت بشدة من محتواها من النترات وحامض الأوكساليك. وربما يمكن الاستفادة من معاملة كهذه فى زيادة القيمة الغذائية للخضروات التى تُنتج فى المزارع المائية (Hidaka وآخرون ٢٠٠٨).

ويزداد تمثيل الأنثوسيانين فى الشيكوريا فى الحرارة المنخفضة (١٥/١٠°م)، تليها حرارة ٢٠/١٥°م، ثم فى ٢٥/٢٠°م، بينما يُثبط إنتاج تلك الصبغات بنسبة تزيد عن ٩٠٪ فى حرارة

٢٥/٣٠ °م ؛ فيكون اللون أخضر تقريبًا. وقد توازى محتوى السكر مع تكوين الأنثوسيانين فى نفس درجات الحرارة. ويبدو أنـه فى ظروف الحرارة المنخفضة ربما تلعب منظمات النمو (حامض الأبسيسك والإثيلين وحامض الجبريلك) دورًا هامًا فى تمثيل الأنثوسيانين وفى نشاط إنزيم الـ phenylalanine ammonia-lyase (Boo وآخرون ٢٠٠٦).

ظروف الشد البيئى

على الرغم من أن تعرض النباتات لأى من ظروف الشد البيئى يؤدى إلى زيادة محتواها من مختلف المواد المؤكسدة ومنتجات الأيض الثانوية – مما يزيد من قيمتها الطبية والصيدلانية – فإن تأثير التعرض للأشعة فوق البنفسجية UV-B على مدى واسع من منتجات الأيض (مثل الفينولات والتربينات terpenoids والقلوانيات alkaloids) أمر لم يُحسم بعد؛ إذا إن التعريض للأشعة قد يؤدى إلى زيادة فى محتوى بعضها ، ونقص فى محتوى بعضها الآخر (Jensen وآخرون ٢٠٠٨).

شد الملوحة

من الممكن زيادة محتوى الكاروتينات الكلية والليكوبين بثمار الطماطم – مع توقع انخفاض محدود فى المحصول – بزيادة الملوحة فى مياه الرى إلى ٤.٤ ديسى سيمنز/م [٠.٢٥٪ كلوريد صوديوم (وزن/ حجم)]؛ وبذا.. يمكن زيادة محتوى مضادات الأكسدة فى الثمار (Paseale وآخرون ٢٠٠١).

كما وجد أن محتوى ثمار الطماطم من المركب gamma-aminobutyric acid – الذى يُعد من المركبات ذات التأثير المضاد لارتفاع ضغط الدم antihypertensive فى الإنسان – يزداد بمقدار ١.٤ – ٤.٧ ضعف لدى تعرض النباتات لشدٍّ ملحى مقداره ٥٠ أو ١٠٠ مللى مول كلوريد صوديوم (Kushi & Matsuzoe ٢٠٠٧).

وأدى إنتاج الفراولة فى تركيز معتدل من الملوحة (٤٠ مللى مول كلوريد صوديوم / لتر من المحلول المغذى) إلى زيادة نشاط إنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز superoxide dismutase، ومحتوى كل من الجلوتاثيون والفينولات والأنثوسيانينات، مع انخفاض فى محتوى حامض الأسكوربيك، وذلك فى الصنف Korona الأقل حساسية للملوحة. أما فى الصنف Elsanta الحساس، فقد استجاب لمعاملة الملوحة المعتدلة بنفس طريقة استجابة

الصنف الأقل حساسية، إلاّ أن الانخفاض فى محتوى حامض الأسكوربيك به كان أكثر وضوحًا، بينما انخفض محتواه من الأنثوسيانينات ولم يتأثر محتواه من الفينولات. وفى كلا الصنفين انخفض محتوى الجلوتاثيون بمعاملة النباتات بمستوى عالٍ من الملوحة، وصل إلى ٨٠ مللى مول كلوريد صوديوم / لتر من المحلول المغذى. ويعنى ذلك أن صنف الفراولة الأقل حساسية للملوحة يمكن إنتاجه فى ظروف ملوحة معتدلة لتحسين جودة الثمار (Keutgen & Pawelzik ٢٠٠٧).

وأدت معاملة كلا من الخرشوف والكردون بأى من كلوريد الصوديوم أو كلوريد البوتاسيوم إلى تقليل إنتاجهما للكتلة الحيوية بنحو ٣٠٪، بينما لم تختلف الكتلة الحيوية بين معاملتى كلوريد الكالسيوم والكنترول. وفى كلا المحصولين أدت المعاملة بكلوريد البوتاسيوم إلى تحسين محتواهما من كل من الفينولات والفلافونويدات flavonoids، والنشاط المضاد للأكسدة وفينولات معينة فى الأوراق بعد ٤٨، و ٨٢، و ١٠٥ أيام من زراعة البذور، بينما تحسنت نوعية الأوراق بمعاملتى كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم فقط بعد ٨٢، و١٠٥ أيام من زراعة البذور. وبغض النظر عن معاملات الملوحة، احتوت أوراق الكردون على كميات أكبر من الفينولات والفلافونويدات، والنشاط المضاد للأكسدة، وفينولات معينة عما احتوته أوراق الخرشوف (Borgognone وآخرون ٢٠١٤).

شد الجفاف

يمكن للنباتات تمثيل بعض مضادات الأكسدة، ومنها حامض الأسكوربيك والبولى فينولات، استجابة للشدّ البيئى. تقوم مضادات الأكسدة بوقف الفعل السام للعناصر النشطة فى الأكسدة فى النباتات، كما أن لها فائدتها لصحة الإنسان. وقد وجد أن خفض مستوى الماء فى المزارع المائية للخس قبل حصاده – مما يعرضها لشدّ جفافى – أدى إلى زيادة محتوى النباتات من كل من حامض الأسكوربيك، والبولى فينولات، والسكر بنسبة ٢٤٪، و ٥٠٪، و١٧٪، على التوالى، مع خفض لمحتواها من النيتروجين النتراتى بنسبة ١٨٪ دون التأثير على المحصول. ويمكن الاستفادة من تلك التقنية – التى أفادت فى زيادة محتوى حامض الأسكوربيك فى أربعة خضر ورقية أخرى – فى زيادة القيمة الغذائية للخضر الورقية دون التأثير على محصولها (Koyama وآخرون ٢٠١٢).

كما أدى تعريض نباتات الفراولة لشدُ جفافى جزئى إلى زيادة محتوى الثمار من المركبين الرئيسيين لمضادات الأكسدة، وهما: حامض الأسكوربيك ascorbic acid، وحامض الإلأجك ellagic acid (Dodds ولآخرون ٢٠٠٧).

وأدى تقليل معدل الرى وزيادة ملوحة مياه الرى إلى تحسين صفات جودة ثمار الفلفل الأخضر والأحمر، وتمثل ذلك فى زيادة محتوى المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة والحموضة المعايرة. كذلك أدى خفض معدل الرى إلى زيادة محتوى الثمار الخضراء من فيتامين C بنسبة ٢٣٪، بينما لم يكن لذلك الخفض تأثيرًا على فيتامين C فى الفلفل الأحمر. وبالمقارنة .. ازداد محتوى الكاروتينات الكلية وبادئ فيتامين A فى الثمار الحمراء فقط بنسبة ٣٠٪، و١٥٪ - على التوالى – نتيجة لتقليل معدل الرى (Marin وآخرون ٢٠٠٩).

وفى المقابل ـ أحدث توفير الرطوبة الأرضية للبصل (بالرى فى الزراعات التى تعتمد على المطر) زيادة جوهرية فى محتوى الأبصال من الفلافونات الكلية والبولى فينولات الكلية، وذلك فى السنوات التى قلت فيها الأمطار، كما ازداد محصول الأبصال بنسبة بلغت ٣٣٪ إلى ١٦٠٪ حسب سنة الدراسة (Ombódi وآخرون ٢٠١٣).

وعلى الرغم من أن زيادة الشد الرطوبى لمحصول بنجر السكر إلى ٥٠٪، و٣٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية قللت محصول الجذور ومحتواها من المادة الجافة، وإلى تقليل توصيل الثغور، فإن شد الجفاف هذا أحدث زيادة جوهرية فى محتوى الجذور من كل من الفينولات الكلية (زيادة ٨٦٪)، والبيتالانات betalanis (٥٢٪ زيادة فى الـ betacyanin، و٧٠٪ زيادة فى الـ betaxanthin)؛ ومن ثم زيادة فى النشاط المضاد للأكسدة فيها. كذلك ازداد فى الجذور التى تعرضت لشد الجفاف تركيز عناصر المغنيسيوم والفوسفور والزنك والحديد، ولكن مع حدوث انخفاض فى محتوى الجذور من السكريات الكلية (Stagnari وآخرون ٢٠١٤).

المعاملات الزراعية وطرق الإنتاج

يتأثر محتوى الخضر من مختلف العناصر الغذائية بعديد من المعاملات الزراعية كالتسميد والمعاملات الكيميائية وطرق الإنتاج، كما يتبين من المناقشة التالية.

معاملات التسميد

التسميد بالنيتروجين

أجريت محاولات لزيادة محتوى النباتات من البروتين بزيادة معدلات التسميد الآزوتى. ففى الذرة أمكن زيادة نسبة البروتين فى الحبوب من ٧,٨٪ إلى ١٠,٤٪ فى موسم زراعى واحد، إلا أن ذلك كان مصحوبًا بزيادة فى نسبة البروتين زين Zein، ونقص فى نسبة الحامض الأمينى ليسين Lysine من ٣,٠٪ إلى ٠,٩٩٪، وبذلك انخفضت قيمته الغذائية. وقد حدث نفس الشئ فى القمح؛ حيث أدت زيادة التسميد الآزوتى إلى زيادة نسبة البروتين الكلية، مع انخفاض نسبة الحامض الأمينى ليسين.

كما أدت زيادة التسميد الآزوتى إلى إحداث زيادة جوهرية فى نسبة البروتين فى الأجزاء المستعملة فى الغذاء من كل من الخس، والمسترد، والكولارد، والكرنب، والبنجر، والذرة السكرية، والطماطم، والفلفل، والفاصوليا، إلا أن ذلك كان مصحوبًا غالبًا بنقص فى محتوى الخضر من فيتامين ج. وقد يمكن إرجاع ذلك إلى زيادة النمو الخضرى التى صاحبت زيادة التسميد الآزوتى، وما أدى إليه ذلك من ضعف فى شدة الإضاءة، وكما سبق الذكر .. توجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج (Splittstoesser وآخرون ١٩٧٤، وHarris ١٩٧٥).

وانخفض كذلك محتوى أوراق الخس من كل من المادة الجافة، والسكريات (الجلوكوز والفراكتوز)، وحامض الاسكوربيك بزيادة مستوى التسميد الآزوتى من ٥٠ إلى ٢٠٠ كجم N للهكتار (٢١ إلى ٨٤ كجم N للفدان)، بينما ازداد محتوى النترات. كما وجد أن محتوى الأوراق من المادة الجافة وحامض الاسكوربيك، والنترات ينخفض بالاتجاه نحو الأوراق الداخلية، بينما يزداد محتوى السكريات.

وأدت زيادة تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى للبقدونس فى مزرعة مائية – تدريجيًا – من ٦,٠ إلى ١٠٥,٠ مجم N / لتر إلى ما يلى:

١- زيادة الكتلة الحيوية.

٢- زيادة محتوى الأوراق من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

٣- زيادة محتوى الأوراق من الـ lutein – zeaxanthin، والبيتا كاروتين، والكلوروفيل.

٤- انخفاض محتوى الأوراق من الحديد والمنجنيز والموليبدنم.

٥- زيادة تربيعية quadratic فى محتوى الأوراق من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والبورون والنحاس والزنك (Chenard وآخرون ٢٠٠٥).

ولقد أدى تسميد السبانخ بنترات الكالسيوم بمعدل يعادل التسميد بـ ١٣٠ أو ١٥٠ كجم N للهكتار (٣١ – ٦٣ كجم/ فدان) من نترات الأمونيوم إلى إحداث زيادة جيدة فى بعض العناصر الكبرى الهامة للإنسان، مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور، لكن تلك المعاملة لم يكن لها تأثير على محتوى السبانخ من الجلوكوز والفراكتوز والسكروز والمغنيسيوم (Stagnari وآخرون ٢٠٠٧).

وأدت إضافة سماد اليوريا للكرنب فى دفعات – بدلاً من إضافتها فى دفعة واحدة – إلى زيادة استجابته للكبريت، ومن ثم زيادة محتواه من الجلوكوسينولات، وذلك من ٥٨٣٦ ميكروجرام / جم وزن جاف فى حالة التسميد فى دفعة واحدة إلى ٧٢٠٨ ميكروجرام / جم وزن جاف عند التسميد على دفعات، ومن ٤٣٥١ إلى ٧٢٠٨ ميكروجرام/ جم وزن جاف عند زيادة التسميد بالكبريت مع التسميد باليوريا على دفعات (Groenbaek & Kristensen ٢٠١٤).

وتؤدى المحافظة على مستوى عالٍ من الأمونيوم خلال مراحل النمو إلى إحداث خفض واضح فى محتوى الأوكسالات بالخضر المنتجة فى المزارع المائية، إلا أن التعرض للأمونيوم لفترة طويلة يُحدث تسممًا بالنباتات؛ ومن ثم يقلل من إنتاج الكتلة البيولوجية. هذا إلا أن التعريض للأمونيوم لفترة قصيرة قبل الحصاد فى المزارع المائية يعد بديلاً جيدًا لخفض محتوى الأوكسالات فى السبانخ مع الحد من نقص المحصول الذى يُحدثه التسمم بالأمونيا. وقد ثبت ذلك بالفعل عندما نُميت النباتات فى محلول مغذٍ يحتوى على ٨ مللى مول NO_3^-/ لتر حتى قبل الحصاد بستة أيام، ثم نقلت النباتات إلى محلول مغذٍ يحتوى على ٤ مللى مول NO_3^- / لتر، و ٤ مللى مول NH_4^+/ لتر؛ حيث أدى ذلك إلى خفض تراكم الأوكسالات وزيادة مستوى عديد من المركبات المضادة للأكسدة، وزيادة نشاطها المضاد للأكسدة فى الأجزاء المأكولة من نبات السبانخ، دون التأثير على إنتاج الكتلة البيولوجية (Lin وآخرون ٢٠١٤).

التسميد بالبوتاسيوم

ازداد محتوى ثمار الطماطم من الليكوبين خطيًا مع زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى من ١٥٠ إلى ٤٥٠ مجم K/ لتر، وكان محتوى الليكوبين أعلى فى ثمار صنفين مصنفين على أنهما عاليين فى صبغة الليكوبين – وهما: SVR، وKabiria – عما فى ثمار الصنف العادى فى الليكوبين: Serio) Esperanza وآخرون ٢٠٠٧).

ويرتبط محتوى ثمار الطماطم من البوتاسيوم خطيًا (من ١٢٣٦ إلى ١٩٩١ مجم/ كجم وزن طازج) مع زيادة مستوى التسميد بالبوتاسيوم (من صفر إلى ٣٧٢ كجم K/ هكتار) (Taber وآخرون ٢٠٠٨).

تتباين أصناف الطماطم فى محتوى ثمارها من الليكوبين، وفى مدى تأثر ذلك المحتوى بمستوى التسميد بالبوتاسيوم كما أسلفنا. وفى دراسة أجريت على هذا الموضوع وُجد أن الهجين العالى فى الليكوبين Fla 8153 يزيد فيه محتوى الثمار من الليكوبين بمقدار ٩,٥ مجم/ كجم وزن طازج عما فى ثمار الصنف Mountain Spring. وبينما لم يتأثر محتوى الليكوبين (٤٤,٢ مجم/ كجم) بمستوى التسميد البوتاسى (من صفر إلى ٣٧٢ كجم K/ فدان) فى الصنف الأخير، فإن محتوى الليكوبين ازداد فى ثمار الهجين Fla 8153 بمقدار ٢١,٧٪ (من ٥١,٧ إلى ٦٢,٩ مجم / كجم وزن طازج) بزيادة مستوى التسميد البوتاسى. ولقد ارتبط محتوى ثمار الهجين Fla 8153 من البوتاسيوم – جوهريًا – مع محتواها من كل من الكاروتينات: phytoene، و phytofluene؛ بما قد يدل على دور محتمل للبوتاسيوم فى عمل أحد الإنزيمات التى تُمثّل الـ phytoene (Taber وآخرون ٢٠٠٨).

كذلك وجد أن زيادة نسبة البوتاسيوم إلى الكالسيوم فى المحلول المغذى أدت إلى زيادة محتوى ثمار الفلفل الخضراء والحمراء من كل من فيتامين C، وبادئ فيتامين A، والفينولات الكلية (Marin وآخرون ٢٠٠٩).

ومن المعلوم أن المرضى المصابون بأمراض الكلى المزمنة يتعين عليهم الحد من استهلاك الأغذية الغنية فى البوتاسيوم، مثل الكنتالوب؛ وبذا .. فإنه لا يمكنهم التمتع باستهلاك الكنتالوب مع باقى أفراد الأسرة؛ إذا إن استهلاك الكنتالوب يعد حلمًا بالنسبة لمرضى الفشل الكلوى (dialysis).

ولقد وجد أن خفض تركيز البوتاسيوم – على صورة نترات بوتاسيوم – في المحاليل المغذية للكنتالوب بدءًا من تفتح الزهرة حتى الحصاد أدى إلى خفض محتوى الثمار من البوتاسيوم – ازداد بزيادة مستوى الخفض في البوتاسيوم في المحلول المغذي – دون حدوث تأثير جوهري على محصول الثمار. كذلك لم يتأثر النمو النباتي كثيرًا بخفض مستوى البوتاسيوم في المحلول المغذي، باستثناء حدوث انخفاض في الوزن الجاف للنمو الجذري. كما أدى خفض مستوى التسميد بالبوتاسيوم إلى حدوث انخفاض جوهري في محتوى حامض الستريك في ثمار بعض الأصناف وفي محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية في أحد مواسم الزراعة.

وعمومًا .. فقد أدى خفض مستوى البوتاسيوم في المحلول المغذي إلى رُبع تركيزه العادي إلى خفض محتوى الثمار من البوتاسيوم بنسبة ٣٩٪، مقارنة بالمحتوى في ثمار النباتات التي أعطيت محلول مغذٍ قياسي (Asao وآخرون ٢٠١٣).

التسميد بالفوسفور

درس Peck وآخرون (١٩٨٠) تأثير التسميد بالفوسفور والزنك على مستوى كل من: الفوسفور، والزنك، وحامض الفيتيك phytic acid، وحامض الأوكساليك Oxalic acid في الأجزاء المستعملة في الغذاء من كل من: البسلة والفاصوليا (بذور خضراء وجافة) والكرنب، والبنجر، وقد أضافوا الفوسفور بمعدلات: صفر، و ١٣.٨، و٢٥.٢، و٥٠.٤ كجم للفدان، وسمدوا بالزنك في صورة كبريتات زنك أو كلوريد زنك بمعدلات: صفر، و٢.١، و٨.٤، و٣٣.٦ كجم للفدان، وكان التسميد في خنادق وقت الزراعة. وقد وجدوا أن زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي أدت إلى:

١- زيادة المحصول.

٢- زيادة مستوى الفوسفور في الجزء المستعمل في الغذاء من كل محصول.

٣- زيادة حمض الفيتيك في بذور البسلة الخضراء والجافة، وبذور الفاصوليا الجافة.

٤- نقص مستوى حامض الأوكساليك في البنجر.

كما أدت زيادة التسميد الفوسفاتي بدون التسميد بالزنك إلى نقص مستوى الزنك في النباتات، لكن زيادة معدل التسميد الفوسفاتي مع التسميد بالزنك أدت إلى زيادة مستوى الزنك.

ولم يؤثر التسميد بالزنك سلبيًا على المحصول، حتى فى المستويات المرتفعة التى استخدمت فى هذه الدراسة.

التسميد بالكالسيوم

أدى غمر جذور الخس (فى مزرعة مائية) فى تركيزات مختلفة من الكالسيوم (٢٥,٠ أو ٣٧,٥ مللى مولار) لمدد مختلفة (١٦، أو ٣٢، أو ٤٨ ساعة) إلى زيادة محتوى الأوراق من الكالسيوم، وتناسبت تلك الزيادة طرديًا مع مدة غمر الجذور، كما كانت الزيادة أكبر عند استعمال ملح كلوريد الكالسيوم منها عند استعمال نترات الكالسيوم. كذلك كانت الزيادة فى الكالسيوم أكبر فى الأوراق الداخلية عنها فى الأوراق الخارجية. هذا ولم تكن لمعاملة غمر الجذور أى تأثير سلبى على الوزن الطازج للنبات، أو على مظهر الأوراق او محتواها من البوتاسيوم والمغنيسيوم، ولذا .. فإن هذه الطريقة يمكن اتباعها لزيادة محتوى أوراق الخس من الكالسيوم (Inoune وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أدت معاملة الخس – النامى فى مزرعة مائية على ٢٨ °م – بمحلول مغذٍ يحتوى على ٣٠٠ جزء فى المليون من الكالسيوم (مقارنة بـ ١٠٠ أو ١٥٠ جزء فى المليون) إلى زيادة محتوى الأوراق الطازجة من الكالسيوم من ١٧٩ مجم/ ١٠٠جم إلى ٢٢٩ مجم/ ١٠٠جم، علمًا بأن تلك الزيادة لم تحدث عندما كان الخس ناميًا فى حرارة ٢١ °م (Nesser وآخرون ٢٠٠٧).

التسميد بالحديد

أدى غمر جذور السبانخ فى محلول يحتوى على ٥٠ مجم/ لتر من الحديد فى صورة سترات الحديد الأمونيومية ammonium ferric citrate على pH ٣,٠ لمدة ٢٤ ساعة إلى زيادة محتوى الأوراق من الحديد – دون أضرار – إلى ١٠٢,٧ ± ١٢,٥ مجم/ كجم، وهو تركيز يعادل حوالى ١٠ أضعاف تركيز الحديد بأوراق نباتات الكنترول (Inoue وآخرون ١٩٩٧).

التسميد بالزنك

دُرس تأثير زيادة معدلات التسميد بالزنك فى أكثر من ٢٠ نوعًا من الخضر على محتواها من العنصر فى محاولة للاستفادة من ظاهرة الاستهلاك الترفى فى زيادة القيمة الغذائية لتلك

الخضر، ووجد أن زيادة معدلات التسميد تؤدى بالفعل إلى زيادة مستوى الزنك فيها عن التركيز الطبيعى. وبينما تساوت معدلات الزيادة فى كل من الأنسجة الحديثة والمسنة، فإنها تباينات بين مختلف الأعضاء النباتية، حيث تركز الزنك بدرجة أكثر فى الجذور، فالسيقان، فالأوراق، فالثمار (Wu وآخرون ١٩٩٥).

وبناء على ما تقدم بيانه .. فإنه يمكن زيادة محتوى الخضر من الزنك بزيادة التسميد بالعنصر فى الأصناف التى يمكن أن تستجيب لتلك الزيادات، ويتراكم فيها الزنك فى الأجزاء المأكولة منها. وتُعد البطاطس أحد المحاصيل الهامة لهذا الغرض نظرًا لكونها تُستهلك بكميات كبيرة نسبيًا. وباختبار ٢٣ صنفًا وسلالة من البطاطس وجدت اختلافات جوهرية بينها فى تركيز الزنك بالدرنات، وكان المتوسط العام ١٠.٨ مجم زنك/ كجم مادة جافة، وبلغت النسبة بين أقل وأعلى تركيز للزنك بالدرنات فى تلك الأصناف ١.٧٦. كما وجد أن تركيزالزنك بالدرنات يمكن زيادته بالتسميد الورقى بالعنصر، وبلغ أقصى تركيز بالدرنات ٣٠ مجم زنك/ كجم مادة جافة عند معدل تسميد قدره ١.٠٨ جم زنك/نبات. ومع زيادة معدل التسميد بالزنك إلى ٢.١٦ جم/نبات ازداد تركيز العنصر بالأوراق بمقدار ٤٠ ضعف؛ بينما ازداد التركيز بالدرنات بمقدار الضعف فقط، وذلك مقارنة بالتركيز عندما كان التسميد بمعدل ١.٠٨ جم زنك/ نبات (White وآخرون ٢٠١٢).

وأدى رش نباتات البسلة فى مرحلة تهيئة تكوين البراعم الزهرية بكبريتات الزنك بتركيز ٠.٥٪ إلى زيادة محتوى البذور من كل من الزنك والمواد الكربوهيدراتية (السكريات) والبروتين (Pandey وآخرون ٢٠١٣).

التسميد بالسيلينيم

يدخل السيلينيم selenium فى تركيب الـ selenoprpteins؛ ولذا .. يعد العنصر ضروريًا لصحة الإنسان. ويحصل الإنسان على حاجته من هذا العنصر من الخضروات التى يتوقف محتواها منه على مدى توفره فى التربة . ولقد وجد أن زراعة الكرنب والخس والسلق فى بيت موس مزود بالسيلينيم على صورة المنتج التجارى Selecto Ultra، أو Na_2SeO_3، أو Na_2SeO_4 إلى زيادة محتوى الخضروات إلى ما بين ٠.١ مجم Se/ كجم، و٣٠ مجم Se/كجم

فى تلك التى زودت فيها بيئة الزراعة بالـ Selecto Ultra، وإلى ما بين ٠,٤ مجم Se، و١٦٠٦ مجم Se/ كجم فى تلك التى زودت فيها بيئة الزراعة بالسيلينيم المعدنى. وقد ازداد محتوى السيلينيم فى النباتات بزيادة السيلينيم المضاف لبيئة الزراعة، إلا أن التركيزات العالية من العنصر يمكن أن تضر بالنباتات أو توقف نموها، وكان الكرنب أكثرها تحملاً للعنصر (Funes-Collado وآخرون ٢٠١٣).

ومن المعروف أن السيلينيم يمكن أن يؤدى إلى زيادة المكونات الغذائية كالكربوهيدرات، والسيلينيم العضوى. والبروتينات، والأحماض الأمينية فى البطاطس. وقد دُرس تأثير العنصر على محتوى الفينولات الكلى فى البطاطس القرمزية، وهى التى تتكون من حامض الكلوروجنك chlorogenic acid، وحامض الكافيك caffeic acid، والـ -malvidin-5-glu-3 dirhamonose-glucose، والـ caffeic acid-acetylrhamnose ester، والـ -caffeic acid prenyltrhamnose ester. وقد وجد أن تلك الفينولات الأساسية يزداد تركيزها جوهريًا بالمعاملة بالسيلينيم، فضلاً عن زيادة المعاملة لمحصول الدرنات (Lei وآخرون ٢٠١٤).

ولقد أدت معاملة نباتات البطاطس تحت ظروف الحقل بسيلينيت الصوديوم sodium selenite بمعدل ٥٠جم سيلينيوم للهكتار (٢١ جم/ فدان) إلى زيادة محتوى الدرنات من العنصر من حوالى ٠,٠١٢ ميكروجرام / جم إلى ٠,٠٦٠ ميكروجرام/ جم، وعندما كانت المعاملة بـ ١٥٠ جم من السيلينيم للهكتار (٦٣ جم/فدان) ازداد تركيز العنصر بالدرنات إلى > ٠,١ ميكروجرام/جم (Poggi وآخرون ١٩٩٩).

كما وجد أن كل ١٠٠ جم من ثمار الطماطم المنتجة فى مزرعة مائية مزودة بالسيلينيم تحتوى على ٥٨ ميكروجرامًا من العنصر، وذلك دون التأثير على محصول الثمار (Pezzarossa وآخرون ٢٠١٤).

وعلى الرغم من أن اليود والسيلينيم ليسا من العناصر الضرورية للنبات، إلا أنهما يلعبان أدوارًا هامة فى كل من الإنسان والحيوان. وقد دُرس تأثير المعاملة باليود والسيلينيم فى صورة KIO_3، و Na_2SeO_4، على التوالى، وذلك بطريقتى الرش الورقى والإضافة للمحاليل المغذية، وتبين أن معاملة الرش كانت أكثر فاعلية عن الإضافة للمحاليل المغذية فى زيادة

محتوى أوراق الخس من كلا العنصرين، وأدت المعاملة الورقية باليود والسيلينيم معًا إلى زيادة امتصاص الأوراق للسيلينيم، مقارنة بامتصاص الأوراق للعنصر عند رشها به منفردًا (Smolen وآخرون ٢٠١٤).

التسميد بالكبريت وعلاقته بمحتوى السيلينيم

أوضحت دراسات Randle & Bussard (١٩٩٣) على ٦٢ صنفًا من البصل زرعت تحت ظروف المستويات المرتفعة (٤.٠ مللى مكافئ / لتر) والمنخفضة (٠.١ مللى مكافئ / لتر) من التغذية بالكبريت وجود اختلافات جوهرية بين الأصناف – عند مستويي الكبريت – في محتوى أوراقها وأبصالها من الكبريت، وفي حامض البيروفيك pyruvate (المسئول عن الحرافة pungency) الذى ينتج إنزيميا فى أنسجة الأبصال.

ووجد أن زيادة محتوى البصل من السيلينيم تتطلب إحداث خفض نسبى فى مستوى توفر الكبريت للنبات (Barak & Goldman ١٩٩٧).

وكما هو معروف .. فإن توفر السيلينيم يؤدى إلى زيادة امتصاص النباتات للكبريت، ولكن على الرغم من توفر الكبريت فإن لوجود السيلينيم تأثير سلبى على إنتاج جلوكوسينولات معينة بالنبات (Toler وآخرون ٢٠٠٧ أ). ومع زيادة توفر الكبريت للنبات يزداد محتواها من الجليكوسينولات عما فى النباتات التى تُعامل بالسيلينيم (Toler وآخرون ٢٠٠٧ ب).

تركيز المحاليل المغذية

دُرس تأثير تركيز المحلول المغذى لإنتاج الكردون والخرشوف فى مزرعة مائية على محتوى الأوراق من البولى فينولات الرئيسية، ووجد أن التركيزات المنخفضة من العناصر السمادية أدت إلى تحسين جودة الأوراق بزيادة محتواها من كل من الفينولات الكلية، والأحماض الفينولية، والفلافونات، ولكن ذلك كان على حساب كمية محصول الأوراق التى تستخدم فى الأغراض الطبية والغذائية (Rouphael وآخرون ٢٠١٢).

المعاملة بالميكوريزا

أدى تلقيح نباتات الخس بالميكوريزا وزراعتها فى غير فصل الشتاء الأكثر مناسبة لنموها إلى إنتاجها لكتلة بيولوجية مماثلة لتلك التى تنتجها شتاءً، أو أكبر منها، كما أدت الميكوريزا إلى تراكم

الحديد والبروتينات والمركبات الكاروتينية والأنثوسيانينية فى كل من فصلى الشتاء والربيع، كما ازداد فى نباتات الخس الملقحة بالميكوريزا والنامية فى فصلى الصيف والخريف تراكم الأنثوسيانينات. كذلك أدى التلقيح بالميكوريزا فى فصلى الشتاء والربيع إلى زيادة تراكم البوتاسيوم وحامض الأسكوربيك، وإلى زيادة تراكم المغنيسيوم والنحاس فى فصلى الشتاء والصيف، وإلى زيادة تراكم النحاس والزنك والسكريات فى فصل الربيع، والمنجنيز فى الخريف (Baslam وآخرون ٢٠١٣).

تأثير التطعيم

أدى تطعيم البطيخ على أصل هجين من الكوسة إلى زيادة محتوى الثمار من كل من: الليكوبين بنسبة ٤٠,٥٪، والدايهيدروأسكوربيت dehydroascorbate بنسبة ١٣٪، وحامض الأسكوربيك بنسبة ٧,٣٪ عما فى ثمار النباتات غير المطعومة (Simona وآخرون ٢٠٠٨).

المعاملات الكيميائية

الجليسين بيتين

أدى رش نباتات الفراولة بأى من الجليسين بيتين glycine betaine، أو الـ benzothiadiazole فى مرحلة النمو المبكرة للبادرات (٣-٤ أوراق) إلى تحفيز مستوى عديد من المركبات الفينولية الهامة لصحة الإنسان بأوراق النباتات، وخاصة كلا من: ellagi-tannin، وellagic acid، ومشتقات الـ gallic acid من الـ quercetin والـ kaempferol (Karjalainen وآخرون ٢٠٠٢).

حامض الأسكوربيك

دُرس تأثير غمر جذور بعض الخضر الورقية (الخس والبصل الأخضر والسبانخ) لمدة ١٢ ساعة فى محلول من حامض الأسكوربيك L-ascorbic acid بتركيز ٣٠٠٠ جزء فى المليون، ووجد أن نباتات الخس امتصت كل كمية حامض الأسكوربيك المذابة، بينما امتصت نباتات السبانخ والبصل أكثر من ٩٠٪ من كمية الحامض. وقد ترتب على المعاملة زيادة تركيز الـ L-ascorbic acid فى الأوراق من ٣٨,٩ إلى ٢٠١-٢٢١ مجم/١٠٠ جم فى الخس، ومن ٧٦,٥ إلى ١٩٦-٢٢٥ مجم/١٠٠ جم فى السبانخ، ومن ٤٦,٧ إلى ١٣٤-١٤٤ مجم/١٠٠ جم فى البصل الأخضر. وقد احتفظت تلك الخضر بمحتواها من حامض الأسكوربيك لدى تخزينها لمدة سبعة أيام على ٤°م، لكن ليس على ٢٥°م (Inoue وآخرون ١٩٩٨).

معاملات منظمات النمو

حامض الجبريلك

للخرشوف أهمية طبية نظرًا لمحتواه من المركبات الفينولية، مثل السينارين cynarin وحامض الكلورجنك chlorogenic acid. والسينارين- وهو: 1,5-dicaffeoylquinic acid - ويشتق من حامض الكافيك caffeic acid، وله تأثيرات على أمراض الكبد والقنوات المرارية hepatobillary diseases، وارتفاع مستوى الدهون في الدم hyperlipidaemia ، والاستسقاء dropsy، والروماتيزم rheumatism، وأيض الكوليسترول cholesterol metabolism.

ولقد أحدثت معاملة نباتات الخرشوف بحامض الجبريلك بتركيز ٦٠ جزءًا في المليون بعد ٤ أسابيع من الشتل زيادة جوهرية في محتوى الأوراق من حامض الكلوروجنك بينما ظل محتوى السينارين ثابتًا كما في نباتات الكنترول. وعندما كانت زراعة الخرشوف بالبذرة مباشرة أدت المعاملة بحامض الجبريلك إلى تبكير الإزهار، ولكنها لم تؤد إلى زيادة محتوى حامض الكلوروجنك أو السينارين بالأوراق أو بالقنابات الزهرية (الجزء المأكول) إلا عندما كانت المعاملة بالحامض بعد ٦ أو ٨ أسابيع من زراعة البذور (Sharaf-Eldin ٢٠٠٧).

حامض الجاسمونك

يحتوى صنف الكرنب Ruby Perfection على جلوكوسينولات بتركيزات أعلى جوهريًا عما يحتويه الصنف Qusto. وبدراسة تأثير معاملة الرش الورقي بحامض الجاسمونك jasmonic acid بتركيز ٠,١، و٠,٢ مللى مول على تركيز الجلوكوسينولات فيهما، وجد أنها احدثت زيادة ثابتة في كل من الـ sinigrin، و الـ gluconapin، والـ glucoiberin في كل من الصنفين في سنتي الدراسة، وكذلك زيادة في كل من الـ progoitrin والجلوكوسينولات الكلية، إلا أن ذلك التأثير لم يكن ثابتًا بين سنتي الدراسة والصنفين (Fritz وآخرون ٢٠١٠).

وعندما عوملت نباتات خمسة أصناف من البروكولي قبل حصادها بأربعة أيام – وهي في مرحلة اكتمال التكوين للاستهلاك – رشًا بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate بتركيز ٢٥٠ ميكرومول .. وجد أن المعاملة لم تؤثر على محتوى البروكولي من كل من الفينولات الكلية

والفلافونويدات والنشاط المضاد للأكسدة، لكن تلك المكونات تباينت كثيرًا باختلاف الأصناف وتأثرت بالظروف البيئية التى سادت خلال موسمى الدراسة (Ku & Juvik ٢٠١٣).

عمر النبات عند الحصاد

انخفض محتوى حامض الأسكوربيك فى ١٠ من أصناف الزراعات المحمية لخس الرؤوس ذات المظهر الدهنى بنسبة ٥١٪ بين مرحلتى بداية تكوين الرؤوس واكتمال تكوينها، بينما ازدادت السكريات المختزلة خلال الفترة ذاتها بنسبة ٤٤٪ (Drews وآخرون ١٩٩٦).

كما وجد أن محتوى خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة من حامض الأسكوربيك ينخفض مع تقدم النباتات فى العمر عند الحصاد (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

الزراعة العضوية

من المؤكد أن الغذاء العضوى ليس أعلى فى القيمة الغذائية عن الغذاء المنتج تقليديًا. وإن الدراسات التى أجريت لسنوات عديدة لم تجد أى تفوق فى محتوى الأغذية العضوية – من مختلف العناصر المغذية – عن الأغذية المنتجة تقليديًا، وذلك بخلاف زيادات عرضية بسيطة لوحظت فى فيتامين ج فى البرتقال والبطاطس والخضر الورقية؛ الأمر الذى ربما يكون قد حدث بسبب انخفاض المحتوى الرطوبى للمنتج العضوى من تلك المحاصيل، وهو ما أدى إلى زيادة تركيز فيتامين ج. كذلك قد يتراكم فيتامين ج جراء زيادة تعرض النباتات للشدّ التأكسدى، الذى يحدث لها نتيجة للتعرض للإصابة بالأمراض.

ولقد أظهرت دراسة على الفراولة والذرة أن المنتج العضوى احتوى على تركيزات أعلى من الفينولات عن المنتج التقليدى. وإنه لمن المعروف أن النباتات تُنتج الفينولات استجابة للتعرض للإصابات الحشرية كنوع من المبيدات الطبيعية.

ومن نحو ١٥٠ دراسة يستدل على أن محتوى المنتجات العضوية من النترات والبروتينات تقل قليلاً عما فى المنتجات التقليدية، ولقد كان الفارق فى المحتوى البروتينى واضحًا فى البطاطس، ووصل إلى ٣٪ فى الذرة. كذلك أظهرت عديد من الدراسات أن الأغذية العضوية المصنعة تحتوى على مستويات أعلى من الدهون والسكر والملح، وجميعها ضارة بالصحة.

ولهذه الأسباب .. فإن سلطة مقاييس الدعاية بالمملكة المتحدة UK Advertising Standards Authority أعلنت رفضها لأى إدعاءات بتفوق الأغذية العضوية (عن Pacanoski ٢٠٠٩).

وإن لمن المعروف أنه إلى جانب نواتج التمثيل الغذائي الأولية التي ترتبط بنمو وتطور النباتات فإن النباتات تُمثّل عديدًا من المركبات الأخرى الثانوية secondary metabolites التي لا يُعرف لها دور أساسي في العمليات الأيضية. ويعتقد أن هذه المركبات تلعب دورًا في حماية النباتات لنفسها من الإصابات المرضية والحشرية، وفي تحملها للظروف البيئية القاسية، وجميعها أمور تزداد فرصة تعرض النباتات لها في ظل الزراعة العضوية. وتقدر هذه المركبات بعشرات الآلاف، ومن المؤكد أنها تؤثر في الإنسان سلبًا أو إيجابًا. وقد عرفت التأثيرات المفيدة لبعضها والتأثيرات الضارة لبعضها الآخر.

وقد وجد أن حوالي ٥٠٪ من مركبات الأيض الثانوية التي تم اختبارها أحدثت سرطانات متنوعة في فئران التجارب. ويقدر العلماء أن أكثر من ٩٩٪ من المركبات الكيميائية المحدثة للسرطان – التي نتناولها في طعامنا – هي مركبات طبيعية، أو تتكون عند طهي الطعام، وليست مخلقة صناعيًا (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ – صفحة ٣٤٥).

إن معظم الدراسات التي قورن فيها المحتوى الغذائي للمنتجات العضوية بالمنتجات التقليدية لم تُظهر اختلافات ثابتة في هذا الشأن، خاصة فيما يتعلق بالفيتامينات والعناصر. هذا إلا أن الدلائل تشير إلى تفوق المنتجات العضوية في محتوى مركبات الأيض الثانوية على المنتجات التقليدية. ومع ذلك .. فلم تُجر دراسات على العوامل التي يمكن أن تكون مؤثرة في هذا الشأن. ويبدو أن المشاكل الخاصة بتصميم مثل هذا النوع من الدراسات هي التي تُضعف صحة المقارنات (Zhao وآخرون ٢٠٠٦).

ولم تظهر أدلة مؤكدة على تفوق الأغذية المنتجة عضويًا في الفيتامينات والمعادن على الأغذية المنتجة بالطرق التقليدية، أو في كونها أفضل منها طعمًا؛ فبينما توجد أبحاث تؤكد التفوق، فإنه توجد أبحاث أخرى تنفي أي فروق بينهما (عن Stockdale ٢٠٠١).

ولقد قامت Worthington (٢٠٠١) بعمل حصر للبحوث المنشورة التي قورن فيها محتوى العناصر الغذائية في المنتجات العضوية بالمحتوى في المنتجات التقليدية العادية، وكانت نتائج الدراسة كما يلي:

١- كان محتوى المنتجات العضوية أعلى جوهريًا عن المنتجات التقليدية فى كل من فيتامين ج، والحديد، والمغنيسيوم، والفوسفور، وأقل منها جوهريًا فى النترات.

٢- ظهر اتجاه غير معنوى للمحتوى البروتينى المنخفض فى المنتجات العضوية، ولكن بجودة أعلى.

٣- ظهرت زيادة معنوية فى محتوى المنتجات العضوية من العناصر المعدنية، مع محتوى أقل من العناصر الثقيلة.

ووجد عند مقارنة الزراعة العضوية بالزراعة التقليدية عدم تأثر محتوى القنبيط من المواد المضادة للأكسدة أو محتواه من النترات بطريقة الإنتاج، وفى الهندباء ازداد محتواها من المواد المضادة للأكسدة عند إنتاجها عضويًا، وفى الكوسة الزوكينى ازداد تراكم البوتاسيوم فيها فى ظروف الإنتاج العضوى فى التربة الطينية (Maggio وآخرون ٢٠١٣).

ونلقى – فيما يلى – مزيدًا من الضوء على تأثير الزراعة العضوية – مقارنة بالزراعة التقليدية – على بعض محاصيل الخضر كمًّا ونوعًا.

الخس

كان تراكم الكالسيوم فى أوراق الخس أعلى (١,٩٠٪ على أساس الوزن الجاف) عندما استعملت الأسمدة التقليدية (N٢٠ – P٤,٤ - K١٦,٦)، عما كان عليه الحال عندما استخدم سماد عضوى (N٣ – P٠,٧ - K٣,٣)، حيث كان ١,٥٨٪. وأدى تزويد المحلول المغذى بالكالسيوم إلى زيادة محتوى الأوراق من العنصر من ١,٥٦٪ عند تركيز كالسيوم قدره ٥٠ مجم/لتر إلى متوسط قدره ١,٨٢٪ عند تركيز ١٠٠ مجم/لتر، و٢٠٠ مجم/لتر (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

الفلفل

وجد أن محصول الفلفل الناتج من الزراعة العضوية تساوى أو زاد عن محصول الزراعة التقليدية حينما تم توفير النيتروجين للزراعة العضوية من الكومبوست، بمعدل ٥٦ أو ١٢٢

كجم نيتروجين للهكتار (٢٣٫٥ أو ٤٧ كجم نيتروجين للفدان). ولم تظهر فروق معنوية بين محصولى الزراعة العضوية والزراعة التقليدية فى نسبة الفقد فى الثمار بعد ستة أسابيع من التخزين (Delate وآخرون ٢٠٠٨).

كما وجد أن الفلفل المنتج عضويًا (بالاعتماد على الكومبوست فى التسميد) كان — مقارنة بالفلفل المنتج بالطريقة التقليدية — أعلى محصولاً، وأفضل فى صفات الثمار المورفولوجية التى كانت أعلى محتوى فى كل من حامض الأسكوربيك، والفلافونات الكلية، والبولى فينولات، والبيتاكاروتين، وذلك عندما أجرى تحليل الثمار وهى فى مرحلة النضج الأحمر. وتجدر الإشارة إلى أن جميع هذه المركبات هى من مضادات الأكسدة التى تلعب دورًا هامًا فى منع الإصابة بالأمراض، وأن بعضها مثل الفلافونات تعد مضادة للأكسدة antioxidants، ومضادة للسرطان anticanceroid، ومضادة للنزف antihemorrhagic، ومضادة للالتهابات antiinflamatory (Azafirowska & Elkner ٢٠٠٨).

وقد تميزت ثمار الفلفل الحلو الناضجة المنتجة عضويًا بارتفاع محتواها من المركبات الفينولية ونشاط كل من البيروكسيديز peroxidase والكابسيديول capsidiol (del Amor وآخرون ٢٠٠٨).

وبالمقارنة .. وجد أن محتوى ثمار الفلفل من السكريات، والمركبات الفينولية، وحامض الأسكوربيك، ونشاط مضادات الأكسدة كان أعلى عندما كان الإنتاج فى مزارع لا أرضية، مقارنة بمحتوى الثمار فى الإنتاج العضوى (Flores وآخرون ٢٠٠٩ أ).

كما لم تكن للزراعة العضوية أى تأثير على المحتوى المعدنى لثمار الفلفل الحلو مقارنة بالزراعة التقليدية (Flores وآخرون ٢٠٠٩ ب).

وقد تميز الفلفل المنتج عضويًا بارتفاع محتواه من كل من فيتامين ج، والفينولات، والكاروتينات عن الفلفل المنتج بطريقة الزراعة التقليدية، كما كان احمرار ثماره أكثر شدة؛ الأمر الذى كان مُصاحبًا بزيادة فى قيم *L، و *a، و*b، و*C، و H_{ab} عما فى الفلفل المنتج تقليديًا (Perez – López وآخرون ٢٠٠٧).

وكانت ثمار الفلفل المنتجة عضويًا أعلى جوهريًا فى محتواها من المادة الجافة، وفيتامين ج، والكاروتينات الكلية، والبيتاكاروتين، والألفاكاروتين، والـ cis-β-carotene، والفينولات الكلية، وحامض الجاليك gallic acid، وحامض الكلوروجنك chlorogenic acid، والفلافونات (الـ quercetin D-glucoside، والـ quercetin، والـ kaempferol) عن الثمار المنتجة فى الزراعة العادية (Hallmann & Rembialkowska ٢٠١٢).

الطماطم

أظهرت دراسة أجريت على أربعة أصناف من الطماطم أن محصول الزراعة العضوية كان ٦٣٪ من محصول الزراعة التقليدية، ولكن كان للزراعة العضوية تأثيرات إيجابية على الثمار من حيث محتواها من المواد الصلبة الذائبة، والـ pH، والحموضة لمعايرة، والصلابة، وذلك فى بعض الأصناف دون غيرها (Riahi وآخرون ٢٠٠٨).

كما وجد لدى مقارنة الطماطم المنتجة عضويًا بتلك المنتجة بالطريقة التقليدية أن ثمار الأخيرة بدت بالفحص العينى أكثر نضجًا وقت الحصاد عن نظيرتها التى أنتجت عضويًا. هذا بينما كانت الثمار العضوية أعلى محتوى من المواد الصلبة الكلية والذائبة، وكان عصيرها أعلى لزوجة. وبينما لم تظهر أى فروق معنوية بين نوعى الثمار فى محتواهما من العناصر المغذية، فإن الطماطم المنتجة تقليديًا كانت أعلى محتوى فى نسبة كل من الجلوتاميت glutamate، والجلوتامين glutamine، والتيروزين tyrosine، والأمونيوم، والنيتروجين الكلى (Piper & Barrett ٢٠٠٩).

كذلك أوضحت الدراسات زيادة مستويات الفلافونات: كورستين quercetin، وkaempferol aglycones جوهريًا فى الطماطم المنتجة عضويًا عما فى تلك المنتجة بالطرق التقليدية، بنسبة بلغت – فى متوسط عشر سنوات من الإنتاج – ٧٩٪، و٩٧٪ فى نوعى الفلافونات، على التوالى. ولقد لوحظ أن محتوى الفلافونات فى ثمار الطماطم المنتجة عضويًا يزداد – تدريجيًا من الحقول المخصصة للإنتاج العضوى سنة بعد أخرى، بينما لم يتباين ذلك المحتوى من سنة لأخرى فى الإنتاج العادى. وقد توافقت تلك الزيادات - فى حالة الإنتاج العضوى – مع زيادة كمية المادة العضوية المتراكمة فى القطع العضوية، واستمرت

الزيادات حتى مع خفض معدلات إضافة السماد الحيوانى بعد أن وصل محتوى التربة من المادة العضوية إلى حالة توازن (Mitchell وآخرون ٢٠٠٧).

وفى المقابل .. أظهرت دراسة قورنت فيها الطماطم المنتجة عضويًا بتلك المنتجة بالطريقة التقليدية عدم وجود أى فروق بين طريقتى الإنتاج فى صفات الثمار الفيزيائية، والكيميائية، والتشريحية، فضلاً عن خصائصها الأكلية (Ordonez-Santos وآخرون ٢٠٠٩).

كذلك أظهرت دراسة أجريت على كل من الطماطم والباك شوى أن الإنتاج العضوى لا يترتب عليه أى اختلافات يعتد بها فى الخصائص الأكلية، مقارنة بخصائص المنتج التقليدى (Talavera-Bianchi وآخرون ٢٠١٠).

البطاطس

أمكن باختبارات التذوق التمييز بين البطاطس المنتجة بالطريقة التقليدية والبطاطس المنتجة بالزراعة العضوية. وأوضحت التحاليل أن الجليكوألكالويدات كانت أعلى مستوى فى البطاطس العضوية، التى ازداد محتواها – كذلك – من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم والفوسفور والكبريت والنحاس فى كل من جلد الدرنة ولبها عما فى البطاطس العادية، بينما كان محتوى جلد الدرنات العادية أعلى محتوى من الحديد والمنجنيز عن جلد درنات البطاطس العضوية (Wszelaki وآخرون ٢٠٠٥).

وقد ازداد تركيز فيتامين B_1 فى درنات البطاطس التى أنتجت عضويًا عما فى تلك التى أنتجت بالطريقة التقليدية. وعندما كان الإنتاج بالطريقة التقليدية، وجد ارتباط سلبى جوهرى بين تركيز فيتامين C بالدرنات وكمية المحصول، وذلك فى ٢٠ تركيب وراثى من البطاطس (Skrabule وآخرون ٢٠١٣).

واحتوت البطاطس المنتجة عضويًا على تركيزات أعلى من الفوسفور عما فى تلك التى أنتجت بالطريقة العادية (٢.٨ مقابل ٢.٣ جم/كجم مادة جافة)، وتركيزات متقاربة من كل من المغنيسيوم (٢٥٠ مجم/كجم مادة جافة)، والنحاس (٢.٦ مجم/كجم مادة جافة). هذا .. إلا أن البطاطس التى

أنتجت عضويًا كان محتواها من كل من البوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والمنجنيز أقل مما فى البطاطس التى أنتجت بالطريق العادية (Lombardo وآخرون ٢٠١٤).

الكنتالوب

احتوت ثمار الكنتالوب المنتجة عضويًا على تركيز أعلى جوهريًا من حامض الأسكوربيك — بصورة منتظمة — عما فى الثمار المنتجة بالطريقة العادية، بينما كان محتواها من الفينولات الكلية أعلى فى أحد سنتى الدراسة فقط، إلا أن نسبة المادة الجافة الكلية ونسبة المواد الصلبة الذائبة بالثمار لم تتأثرا بطريقة الإنتاج. وجدير بالذكر أن محتوى الثمار من مضادات الأكسدة تباين — كثيرًا — باختلاف الأصناف التى شملتها الدراسة، ومن بين عشرة أصناف تمت دراساتها، كان أعلاها فى مضادات الأكسدة: Savor، و6 # Sweetie، وQueen Early، وEdonis، و Salandanan)Rayan وآخرون ٢٠٠٩).

وفى المقابل .. لم تظهر أى فروق معنوية بين الإنتاج العضوى والإنتاج العادى للكنتالوب فى المحصول أو محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية أو السكر الذائب، إلا أن محتوى لب الثمار من النترات انخفض فى حالة الإنتاج العضوى ما بين ١٢٪ فى العروة الربيعية، و١٦٪ فى العروة الخريفية (Song وآخرون ٢٠١٠).

الكرنب

كان لمختلف الأسمدة العضوية تأثيرات إيجابية على محتوى أوراق الكرنب من المواد المضادة للأكسدة (Bimová & Pokluda ٢٠٠٩).

وبالمقارنة .. أوضحت دراسات أخرى أجريت على كل من الجزر والكرنب لمدة ثلاث سنوات أن المحصول ومحتوى الفيتامينات لم يختلف جوهريًا فى المحصولين بين الإنتاج العضوى والإنتاج التقليدى (Warman & Havard ١٩٩٧).

القنبيط والجزر والبصل

تبين لدى مقارنة عدة أصناف من كل من القنبيط والبصل والجزر فى ظروف كل من الزراعة العضوية والتقليدية، ما يلى:

١ـ لم يختلف ترتيب الأصناف تبعًا للمحصول والقابلية للإصابة بالحشرات والأمراض الفطرية بين نظامى الزراعة.

٢ـ كان محصول القنبيط والبصل أعلى بمقدار ٢٠٪، و٤٥٪ ـ على التوالى ـ عندما زرعا بالطريقة التقليدية.

٣ـ لم توجد فروق معنوية فى محصول الجزر أو فى نسبة المستبعد منه بين نظامى الزراعة، إلاّ أن أسباب الاستبعاد تباينت بين النظامين. ففى الزراعة العضوية كانت أضرار القواقع هى السبب الرئيسى للاستبعاد حيث بلغت ٩٪، بينما كانت "الساق الجوفاء" hollow stem العيب الأكثر شيوعًا فى الزراعة التقليدية وشكلت ٧٪.

٤ـ لم توجد فروق جوهرية فى نسبة أبصال البصل المستبعدة بين نظامى الزراعة.

٥ـ أضير الجزر المزروع بالطريقة التقليدية بذبابة جذور الجزر بدرجة أكبر مما حدث فى الزراعة العضوية، وكانت نسبة الجذور المستبعدة جراء ذلك ٥٪، على الرغم من أن الذبابة كانت متواجدة ـ كذلك ـ فى الزراعة العضوية.

٦ـ على عكس ذلك .. كانت التشوهات المورفولوجية أعلى فى الجزر المزروع عضويًا، بدرجة أدت إلى استبعاد ٢٩٪ من المحصول.

وقد أرجع نقص محصول الزراعة العضوية إلى ممارسات مكافحة الحشائش والآفات بالإضافة إلى عدم تيسر العناصر المغذية بشكل كافٍ خلال المراحل المبكرة لنمو القنبيط والبصل (Dresboll وآخرون ٢٠٠٨).

الإنتاج فى البيوت المحمية

يسود تواجد فينولات خاصة فى الخس، من أهمها: حامض الكلوروجنك chlorogenic acid وجلوكوسيدات الكورستين quercetin glycosides، وتتباين الأصناف فى محتواها من الفينولات؛ فهى تزيد فى الصنف Red Sails عما فى الصنف Kalura. وبينما لم يختلف التسميد العضوى (كمبوست + مسحوق السمك) عن التسميد المعدنى فى تأثيرهما على

محتوى الخس من الفينولات، فإن الإنتاج فى البيوت المحمية قلل من محتوى الخس من الفينولات مقارنة بالمحتوى فى الإنتاج الحقلى (Zhao وآخرون ٢٠٠٧).

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل الجوية، وموقع الزراعة، ونوع التربة، والتسميد، وقوة النمو النباتى، ودرجة النضج على محتوى النباتات من مختلف العناصر الغذائية، يمكن الرجوع إلى Harris (١٩٧٥).

ظروف الحصاد والتداول والتخزين

من المعروف أن عمليات الحصاد والتداول يترتب عليها حدوث بعض الخدوش التى تزيد من النشاط الإنزيمى، ويؤدى ذلك إلى نقص القيمة الغذائية.

ومن أبرز التغيرات التى تحدث بعد الحصاد تلك التى تحدث فى محتوى الفيتامينات – وخاصة حامض الأسكوربيك – وفى محتوى المواد الكربوهيدراتية.

فنجد أن محتوى الخضر من حامض الأسكوربيك يتأثر بمختلف العوامل التى يتعرض لها بعد الحصاد، كما يلى:

١- درجة الحرارة والرطوبة النسبية التى يتعرض لها المنتج:

يؤدى التأخير فى تبريد المنتج أوليًا إلى انخفاض محتواه من حامض الأسكوربيك، ويحدث الأمر ذاته مع استمرار التخزين فى حرارة الغرفة بدلاً من التخزين المبرد. وفى المقابل .. فإن الإصابة بأضرار البرودة تخفض هى الأخرى من محتوى حامض الأسكوربيك فى المنتجات الحساسة للبرودة، وذلك قبل ظهور أية أعراض لأضرار البرودة.

كذلك فإن كل الظروف التى تزيد من ذبول المنتجات – وخاصة انخفاض الرطوبة النسبية – تؤدى إلى فقد سريع فى محتواها من حامض الأسكوربيك. ويؤدى التغليف – الذى يقلل من الفقد الرطوبى – إلى تقليل الفقد فى الفيتامين.

٢- الجروح والتقليم والتقطيع

ينخفض دائمًا محتوى الخضر من حامض الأسكوربيك لدى تجريحها أو خدشها أو تقطيعها بأى طريقة كانت، وتزداد الحالة سوءًا – بطبيعة الحال – فى الخضر التى تجهز

للمستهلك fresh-cut. ولذا .. فإن استعمال الشفرات الحادة فى التقطيع التى تقل معها الجروح، يقل معها – كذلك – الفقد فى حامض الأسكوربيك.

٣- المعاملات الكيميائية

يزداد محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك عندما تعامل ببعض المركبات الكيميائية مثل كلوريد الكالسيوم، والـ cystein hydrochloride، والإثيلين.

٤- التعريض للإشعاع

يقل – أحيانًا – معدل الفقد فى حامض الأسكوربيك فى الخضر المعاملة بالإشعاع.

٥- مدة التخزين

يحدث انخفاض تدريجى فى محتوى الخضر والفاكهة من حامض الأسكوربيك أثناء التخزين (Lee &Kader ٢٠٠٠).

إن التخزين يصاحبه فقد كبير فى بعض العناصر الغذائية، خاصة فيتامين ج. ففى خلال يوم واحد من التخزين فى حرارة ٢١ °م يفقد نحو ٥٠٪ من محتوى البروكولى من فيتامين ج، ونحو ٤٠٪ من محتوى كل من السبانخ والأسبرجس، ونحو ٢٠٪ من محتوى الفاصوليا الخضراء من هذا الفيتامين (Nelson ١٩٧٢).

وأكدت دراسات Watada & Tran (١٩٨٧) انخفاض فيتامين ج فى الخضر المخزنة، إما بصورة حادة، وإما بصورة تدريجية. وبالمقارنة ازداد تركيز الثيامين – أثناء التخزين – فى صنف الفاصوليا الخضراء Tendergreen، وانخفض فى صنف البطاطس BelRus، بينما انخفض تركيز الريبوفلافين فى الفاصوليا (نفس الصنف السابق ذكره)، وارتفع فى صنف البطاطس Superior.

وقد وجد أن السبانخ تفقد ١٣٪، و٤٦٪ من محتواها الابتدائى من الثيامين خلال التخزين لمدة أسبوع واحد وثلاثة أسابيع – على التوالى – على ٤- ٦ °م. واحتفظت البسلة الخضراء بقدر أكبر من الثيامين، حيث فقدت ٢٣٪ منه بعد التخزين لمدة ثلاثة أسابيع على ٤ °م. أما الريبوفلافين فقد فقد بعد ٣ أسابيع من التخزين على ٤ °م بنسبة ٣٩٪ فى السبانخ و٢٤٪ فى البسلة. هذا .. ويزداد معدل الفقد عندما يكون التخزين فى حرارة الغرفة (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ أ).

ومن أمثلة التغيرات غير المرغوبة فى المواد الكربوهيدراتية ما يلى:

١- تحول النشا إلى سكر فى البطاطس المخزنة على حرارة أقل من ٥ °م، حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف. ويؤدى ذلك إلى اكتساب البطاطس لونًا بنيًا داكنًا، بدلاً من اللون الأصفر الذهبى المرغوب فيه عند القلى فى الزيت بسبب احتراق السكريات. ويرجع ذلك التغير فى اللون إلى السكريات المختزلة فقط، وتختلف الأصناف فى مدى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة.

٢- تحول السكر إلى نشا فى بعض الخضروات - كالبسلة، والذرة السكرية - عند تخزينها فى حرارة مرتفعة، فتفقد الذرة السكرية ٦٠٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين فى حرارة ٣٠ °م، بالمقارنة بـ ٦٪ فقط عند التخزين فى الصفر المئوى. ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير فى صفات الجودة.

٣- يتراكم فى الخرشوف حوالى ٥٠ - ٧٠ جم من السكر لكل كيلوجرام من وزنه الرطب على صورة فركتان الإنيولين (inulin – type fructan). ويؤدى تخمر الأنيولين إلى زيادة إنتاج الغازات بالأمعاء؛ مما يثير حالة من عدم الراحة لدى بعض الأفراد. ولقد وجد أن تخزين الخرشوف على ١٨ °م أو ٤ °م أدى إلى تقليل محتواه من الإنيولين، مع زيادة فى محتواه من الفراكتوز الحر والسكروز، من خلال انخفاض فى بلمرة الإنيولين؛ وبذا يمكن استهلاك الخرشوف دون توقع تحفيزه لإنتاج الغازات بالأمعاء (Leroy وآخرون ٢٠١٠).

وقد وجد أنه أثناء التخزين ينخفض محتوى أوراق الخس من المادة الجافة، والسكريات، وحامض الأسكوربيك بزيادة فترة التخزين بينما يزداد محتوى النترات (Sorensen وآخرون ١٩٩٤، وPoulsen وآخرون ١٩٩٥).

كذلك فقدت نسبة كبيرة من الفينولات فى البروكولى الطازج بعد التخزين البارد لمدة ١٠ أيام، بلغت ٤٤٪ - ٥١٪ فى مشتقات الـ sinapic acid، و٥٩٪ - ٦٢٪ فى الفلافونات الكلية، و٧٣٪ - ٧٤٪ فى مشتقات الـ caffeoylqunic acid (Rickman وآخرون ٢٠٠٧أ).

ظروف التصنيع وإعداد الطعام

يتأثر محتوى الخضروات من العناصر الغذائية بعمليات التصنيع أو الإعداد للطعام كالتالى:

١- الغسيل: ربما يؤدى الغسيل إلى فقد جزء من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء.

٢- المعاملة بالحرارة: تجرى المعاملات الحرارية بالبخار أو بالماء الساخن، وتؤدى إلى فقد معنوى فى بعض العناصر. ويقل الفقد من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء باستخدام حرارة أعلى لفترة أقل.

٣- التقشير: قد يؤدى التقشير إلى فقد بعض العناصر الغذائية. فمثلاً .. قشرة الجزر أغنى بالنياسين من باقى الجذر، وأنسجة ثمرة الطماطم تحت الجلد مباشرة أغنى بفيتامين ج من باقى الثمرة.

٤- التعقيم: تؤدى عملية التعقيم إلى فقد نسبة كبيرة نسبيًا من بعض العناصر.

٥- التعبئة والتخزين: يزداد الفقد فى فيتامين ج وبعض الفيتامينات الأخرى فى العبوات التى تسمح بنفاذ الأكسجين، وكذلك عند ارتفاع درجة حرارة التخزين وزيادة فترة التخزين . لذلك ينصح دائمًا بأن يكون التخزين على أقل درجة حرارة ممكنة، وهى - ١٨°م للأغذية المجمدة، و ٢٤°م للأغذية المعلبة والمجففة. كما يجب استهلاك الأغذية المجهزة فى أسرع وقت ممكن.

التغيرات فى محتوى حامض الأسكوربيك

لقد وجد أن الخضر الطازجة تحتوى – دائمًا – قدرًا اكبر من فيتامين C (حامض الأسكوربيك) مقارنة بالخضر المعلبة أو المجمدة. هذا .. إلا أن حامض الأسكوربيك يبدأ فى التحلل بعد الحصاد مباشرة. فعلى سبيل المثال .. تفقد البسلة الخضراء ٥١.٥٪ من محتواها من حامض الأسكوربيك خلال الـ ٢٤ – ٤٨ ساعة الأولى بعد القطف. كما أن حامض الأسكوربيك يتحلل بانتظام خلال فترات التخزين الطويلة، على الرغم من أن التبريد يمكن أن يبطئ من معدل التحلل. وهذا الفقد فى حامض الأسكوربيك الذى يحدث بين القطف والاستهلاك يقود إلى الاعتقاد بأن التصنيع يمكن أن يُفيد فى حفظ القيمة الغذائية لبعض الخضر. فمثلاً ..

ينخفض مستوى حامض الأسكوربيك فى كل من البسلة الطازجة والسبانخ الطازجة المخزنة على ٤ °م إلى أقل من مستواهما فى المنتج المجمد بعد ١٠ أيام من التخزين. كما يزداد الفقد فى المنتج المخزن فى حرارة الغرفة. فمثلاً .. تفقد السبانخ المخزنة على حرارة الغرفة كل محتواها من فيتامين C فى خلال أربعة أيام من التخزين.

إن عمليات تعليب وتجميد الخضر تؤدى إلى حفظ محتواها الغذائى من الفقد، بينما يؤدى التخزين والطهى إلى إحداث فقد كبير فى محتواها الغذائى. إن المعاملة الحرارية الأولى للمنتجات المصنعة يمكن أن تُحدث نقصًا فى العناصر الغذائية القابلة للذوبان فى الماء وتلك التى تفقد أهميتها بالأكسدة مثل فيتامين C ومجموعة فيتامينات B. هذا إلاّ أن المتبقى منها يظل ثابتًا خلال فترة التخزين المعلّب بسبب غياب الأكسجين آنذاك. وتفقد المنتجات المجمدة قدرًا أقل من العناصر المغذية فى بداية التصنيع نظرًا لقصر فترة التسخين الابتدائية التى تلزم معها، لكنها تفقد كميات أكبر من العناصر المغذية أثناء التخزين بسبب عمليات الأكسدة. كذلك فإن المركبات الفينولية تعد قابلة للذوبان فى الماء وتتأثر بالأكسجين، إلاّ أن التغيرات التى تحدث فيها خلال التصنيع والتخزين والطهى يبدو أنها تتباين كثيرًا باختلاف محصول الخضر (Rickman وآخرون ٢٠٠٧أ).

ويبين جدولا (٥-١)، و(٥-٢) نسبة الفقد فى فيتامين C فى بعض الخضر نتيجة لعمليتى التعليب والتجميد.

جدول (٥-١)

الفقد (٪) فى فيتامين C فى بعض الخضر نتيجة لعمليتى التعليب والتجميد.

الخضر	التعليب	المعاملة بالماء الحار ثم التجميد
البروكولى	٨٤	٥٠ – ٥٥
الجزر	٩٠	صفر – ٣٥
الفاصوليا الخضراء	٦٣	٢٨
البسلة الخضراء	٧٣	٥١
السبانخ	٦٢	٦١

جدول (٥-٢)

نسبة الفقد فى محتوى بعض محاصيل الخضر من فيتامين C (جم/كجم) نتيجة للتعليب.

الخضر	الطازجة	المعلبة	الفقد (٪)
البروكولى	١.١٢	٠.١٨	٨٤
الذرة السكرية	٠.٠٤٢	٠.٠٣٢	٠.٢٥
الجزر	٠.٠٤١	٠.٠٠٥	٨٨
البسلة الخضراء	٠.٤٠	٠.٠٩٦	٧٣
السبانخ	٠.٢٨١	٠.١٤٣	٦٢
الفاصوليا الخضراء	٠.١٦٣	٠.٠٤٨	٦٣
البنجر	٠.١٤٨	٠.١٣٢	١٠

التغيرات فى فيتامينات B

تتضمن فيتامينات B كلاً من الثيامين (B_1)، والريبوفلافين (B_2)، والنياسين (B_3)، والبيوتين biotin، وحامض البانثوثينك panthothenic acid، وB_6، وحامض الفوليك folate، وB_{12}. ونظرًا لقابليتها للذوبان فى الماء فإنها تكون عرضة للفقد أثناء الطهى والتصنيع. كما أن الكثير منها يعد حساسًا للتحلل أثناء التصنيع. وبعد فيتامين C، فإن الثيامين هو الأقل ثباتًا - من بين مجموعة فيتامينات B - جراء التعرض للحرارة أثناء التصنيع. هذا .. إلا أن الخضر لا تُعد من المصادر الجيدة للثيامين. ولا يعد الريبوفلافين ثابتًا فى الضوء؛ ولذا .. فإن ظروف التصنيع والتخزين تلعب دورًا فى الاحتفاظ به. وبالمقارنة .. يتوفر البيوتين وحامض البانثوثينك فى عديد من الأغذية، كما يتواجد فيتامين B_{12} - أساسًا - فى المصادر الحيوانية؛ ولذا .. فإن التغيرات فى محتوى الخضر منها مع التخزين والتصنيع لم تحظ بقدر وافر من الاهتمام (Rickman وآخرون ٢٠٠٧أ).

التغيرات فى فيتامينى E ، وA

يُعد فيتامينى E، وA - والكاروتينات الأخرى - قابلة للذوبان فى الدهون وأقل تأثرًا عن المكونات الغذائية القابلة للذوبان فى الماء بعمليات التصنيع مثل الغسيل والمعاملات الحرارية

المصاحبة للتصنيع. وعلى الرغم من قابلية فيتامينى E، وA للأكسدة فإنها أقل حساسية للأكسدة من فيتامين C ومجموعة فيتامينات B.

التغيرات فى العناصر والألياف

تُعد العناصر والألياف أكثر ثباتًا ولا تتأثر بالتخزين أو بمعاملات التصنيع (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ ب).

التغيرات فى محتوى الفينولات

تؤدى عملية التعليب إلى إحداث نقص فى محتوى الفينولات يختلف باختلاف محصول الخضر، كما يتبين من جدول (٥-٣) (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ب).

جدول (٥-٣)

تأثير التعليب على محتوى بعض الخضر من الفينولات الكلية (جم مكافئات حامض جالّك gallic acid/ كجم وزن رطب).

الخضر	المنتج الطازج	المنتج المعلب المصفى	التغير نتيجة التعليب (٪)
البنجر	١,٢٠	١,٣٠	٥ +
الفاصوليا الخضراء	٠,٧٨	٠,٥٣	٣٢ −
الذرة الصفراء	٠,٧٢	٠,٦٨	٥ −
الطماطم	٠,١٤٢	٠,١٤٩ (مع سائل التعليب)	−
المشروم	١,٨٠	٠,١٦٢	٩١ −

الثبات النسبى للعناصر الغذائية فى الظروف المختلفة

تختلف العناصر الغذائية فى مدى ثباتها فى الظروف البيئية المختلفة؛ مثل درجة الحموضة أو القلوية، ودرجة الحرارة، ووجود أو غياب الأكسجين أو الضوء. ويوضح جدول (٥ - ٤) درجة الثبات النسبى للفيتامينات والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والمعادن تحت هذه الظروف (Nelson ١٩٧٢، وKlein & Kurlich ٢٠٠٠).

جدول (٥-٤)

الثبات النسبي لمختلف العناصر الغذائية في الظروف المختلفة.

العنصر الغذائي	الوسط الحامضي	الوسط المتعادل	الوسط القلوي	توفر الأكسجين	التعرض للضوء	الحرارة المرتفعة
فيتامين أ	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ج	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الكاروتينات	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب١	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب٢	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الأحماض الدهنية الضرورية	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت
الأحماض الامينية الضرورية	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	وسط
المعادن	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت

هذا ويُعد فيتامين A، والكاروتينات، وفيتامينات B قابلة للذوبان في الدهون، بينما يُعد حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) وبعض صور المعادن قابلة للذوبان في الماء.



الفصل السادس

محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان

مقدمة

إلى جانب نواتج التمثيل الغذائى الأولية التى ترتبط بنمو وتطور النباتات، فإن النباتات تُمثِّل عديدًا من المركبات الأخرى الثانوية Secondary Metabolites التى لا يُعرف لها دور أساسى فى العمليات الأيضية. ويعتقد أن هذه المركبات تلعب دورًا فى حماية النباتات لنفسها من الإصابات المرضية والحشرية، وفى تحملها للظروف البيئية القاسية... إلخ. وتقدر هذه المركبات بعشرات الآلاف، ومن المؤكد أنها تؤثر فى الإنسان سلبًا أو إيجابًا. وقد عرفت التأثيرات المفيدة لبعضها والتأثيرات الضارة لبعضها الآخر.

ولأسباب واضحة فإن النباتات التى اختارها الإنسان لغذائه يجب أن تخلو – قدر الإمكان – من تلك المركبات السامة. وبالرغم من العلم بوجود بعض هذه المركبات.. فإن كمياتها ضئيلة وأضرارها محدودة، ووسائل التغلب عليها والحد من أضرارها متعارف عليها (MacGregor ١٩٨٧).

وقد اختار الإنسان لغذائه الطرز والأنواع التى ينخفض محتواها من تلك المركبات السامة. فمثلاً .. تحتوى فاصوليا الليما البرية على مستويات عالية من الجلوكوسيدات السيانوجينية، بينما ينخفض – كثيرًا – محتوى تلك المركبات فى الفاصوليا المزروعة. ولهذا.. فإن النباتات المزروعة تكون أكثر تعرضًا للإصابات المرضية والحشرية.

ويتم التخلص من المركبات الضارة بصحة الإنسان – التى توجد فى غذائه النباتى – بطرق مختلفة تجرى بعد الحصاد، مثل النقع فى الماء لإزالة الجلوكوسيدات السيانوجينية من الكاسافا، والطهى الذى يؤدى إلى تثبيط البروتينات الضارة للإنسان ومع ذلك يتبقى كثير منها لا يتأثر بعملية الطهى أو الشىّ.

وقد وجد – على سبيل المثال – أن حوالى ٥٠٪ من مركبات الأيض الثانوية التى تم اختبارها أحدثت سرطانات متنوعة فى فئران التجارب. ويقدر العلماء أن أكثر من ٩٩٪ من

المركبات الكيميائية المُحدثة للسرطان – التى نتناولها فى طعامنا – هى مركبات طبيعية، أو تتكون عند طهى الطعام، وليست مخلقة صناعيًا (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ صفحة ٣٤٥).

الحدود الفاصلة بين النبات السام والنبات الذى يحتوى على مركبات ضارة بالصحة

إلى جانب ما تحتويه الخضروات من عناصر غذائية ضرورية للإنسان، فإن بعضها يحتوى على مركبات ضارة بصحته. وهى تتشابه فى ذلك مع عديد من النباتات الأخرى، إلا أن هذه المركبات الضارة توجد غالبًا فى الخضروات غير الناضجة أو المصابة بأمراض أو عيوب فسيولوجية معينة يسهل التعرف عليها، أو أنها توجد فى الأجزاء السليمة المستخدمة فى الغذاء، ولكنها – أى المواد الضارة – تستبعد عند تقشير الخضر، أو تتحطم عند الطهى. وفيما عدا ذلك.. فإن أى نبات طازج وسليم – ويحتوى على مركبات ضارة بصحة الإنسان لا يزول أثرها عند الطهى – لا يعد من الخضروات، وإنما من النباتات السامة.

ومن أمثلة النباتات السامة بعض الأنواع البرية من عيش الغراب التى تتبع الجنس *Amanita* – التى تُحدث ٩٠٪ من حالات الوفاة الناتجة من التسمم بعيش الغراب -؛ مثل: *A. phalloides*، و*A. verna*، و*A. virosa*.

أما الأنواع المزروعة من عيش الغراب فإنها لا تحتوى على أية مركبات ضارة بصحة الإنسان، وتعد من الخضروات؛ ومن أمثلتها: *Agaricus bisporus*، و*Lentinus edodes*، و *Armillaria mastsudake*، و *Volvariella volvacea*، و*Pholiata nameko*.

وتحتوى الأنواع السامة من عيش الغراب على ٣ مركبات سامة؛ هى:

١- الفالين Phallin، وهو يؤدى إلى تحطيم كرات الدم الحمراء، ولكنه يصبح غير فعال كمادة سامة بالتسخين أو الغليان فى الماء.

٢- أمانيتين Amanitine.

٣- فالloيدين Phalloidine.

وهذان المركبان يؤثران على الكبد والكلى والقلب، ولا يمكن التخلص منهما بالتسخين (Yamaguchi ١٩٨٣).

التقسيم العام لأنواع المركبات الضارة التى توجد فى محاصيل الخضر

يقسم Peirce (١٩٨٧) أنواع المركبات الضارة بصحة الإنسان – والتى توجد فى بعض محاصيل الخضر – كما يلى:

١- مركبات تغير فعل الهرمونات .. ومنها الثيوجلايكوسيدات thioglycosides- التى تعد من المركبات المؤثرة على الغدة الدرقية Goitrogens – وتوجد فى الصليبيات.

٢- مضادات الفيتامينات Antivitamins؛ مثل إنزيم الليبوكسيديز Lipoxidase المضاد لفيتامين أ، وهو إنزيم يحطم الكاروتينات، وحامض rickitogenic المضاد لفيتامين د، وهذا الحامض يتحد مع الكالسيوم (وكلا المضادين يوجد فى فول الصويا)، والـ -anti-α tocopherol المضاد لفيتامين هـ ، ويوجد فى البسلة والفاصوليا.

٣- مركبات محدثة للسرطان Photocarcinogens؛ مثل مركبات الـ -Flurocou marins التى توجد فى الجزر الأبيض (وهو محصول يختلف عن الجزر المعروف لنا).

٤- مركبات مثبطة للإنزيمات، وهى كثيرة؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ- مثبطات إنزيمات الـ Proteases.. توجد فى فاصوليا الليما، وفول الصويا، والفول الرومى، والبطاطس.

ب- السيانوجينات الجلوكوسيدية Cyanogenic Glucosides .. توجد فى فاصوليا الليما والفاصوليا الخضراء.

ج- مثبط إنزيم Glucose-6-phosphate dehydrogenase .. يوجد فى الفول الرومى.

د- مثبط إنزيم Cholinestrase .. يوجد فى المحاصيل الباذنجانية، والكوسة، والقرع العسلى. ويتحكم هذا الإنزيم فى الجهاز العصبى.

هـ- القلويدات Alkaloids .. توجد في البطاطس وبعض الباذنجيات الأخرى، ومن أمثلتها السولانين solanine، والأوبيم opium، والكوينين quinine، وجميعها تؤثر على الجهاز العصبي.

و- مثبطات إنزيم الـ Amylase .. توجد في القلقاس والفاصوليا الجافة، وهي تمنع تحلل النشا.

ز- مثبطات إنزيم Invertase .. توجد في البطاطس، وهي تمنع تحلل السكر.

ه- مركبات تحدث خللا فسيولوجيا؛ ومنها ما يلي:

أ- الهيماجلوتانينات Hemagglutinins .. توجد في البقوليات.

ب- النترات Nitrate والنتريت nitrite .. توجد في السبانخ والخضر الورقية عمومًا.

ج- الأوكسالات Oxalates.. توجد في الروبارب، والسبانخ، والسلق، والسبانخ النيوزيلاندي.

د- محدثات الحساسية Allergens .. توجد في عدة نباتات، ويؤدي الطهي إلى التخلص من غالبيتها، غير أن البسلة والعدس يحتويان على مركبات محدثة للحساسية لا تتأثر بالحرارة.

الثيوجليكوسايدات

تؤدي مركبات الثيوجليكوسايدات Thioglycosides إلى تضخم الغدة الدرقية، ويطلق عليها اسم Goiterogenic Agents. وتنتشر هذه المركبات بكثرة في العائلة الصليبية، وتوجد على صورة جليكوسيدات تحتوي على كبريت؛ مثل مركب السنرجين Sinirgin الذي لا يعتبر في حد ذاته سامًا للإنسان، إلا أنه يتحول بفعل إنزيم ميروزينيز myrosinase إلى مركبات أخرى سامة؛ مثل: allyliso thiocyanate، و5-vinyloxazolidine-2-thione، التي تؤدي إلى تضخم الغدة الدرقية، إلا أن إتلاف الإنزيم بالحرارة عند الطهي يمنع هذا التحول (Liener ١٩٧٣).

وقد أوضحت دراسات Carlson وآخرين (١٩٨٧) تشابه كل من كرنب بروكسل، والقنبيط، والكيل في محتواها الكلي من ١٣ نوعًا من الجلوكوسينولات glucosinolates، وهي التي تتحول بفعل إنزيم الثيوجلوكوسيديز إلى عدة مركبات، منها الأيزوثيوسيانات isothiocyanate، والثيوسيانات.

هذا .. إلا أن محتوى الأنواع المختلفة من الجلوكوسينولات يختلف باختلاف النوع النباتي والصنف البستاني، ويتأثر بكل من مستوى التسميد والمعاملات الزراعية، وكذلك بفترة التخزين وظروف التخزين، حيث يزداد محتواها مع التخزين، وتكون الزيادة في الجو المتحكم فيه Controlled Atmosphere أقل منها في الهواء العادي (Hansen وآخرون ١٩٩٥).

مثبطات إنزيم البروتييز Protease Inhibitors

تعمل هذه المركبات على تثبيط نشاط إنزيمات البروتييز التي تعمل على تحلل البروتينات إلى أحماض أمينية. وتتباين هذه المركبات في مدى تأثرها بالحرارة؛ حيث إن بعضها حساس ويزول أثره بالحرارة، وبعضها الآخر لا يتأثر بالحرارة ويبقى أثره بعد الطهي. يوجد مثبط التريبسين Trypsin inhibitor في البقوليات، وخاصة بذور فول الصويا غير المطهية. كما يوجد مثبط الكيموتريبسين Chemotrypsin inhibitor في البطاطس، وكلاهما – التريبسين والكيموتريبسين – من الـ proteases التي توجد في الجهاز الهضمي للحيوانات.

ومن مضادات التغذية Antinutritional Factors التي لا تتأثر بالحرارة كل من الفيسين Vicine، والكونفيسين Convicine في الفول الرومي (Burbano وآخرون ١٩٩٣).

السيانوجينات الجلوكوسيدية

السيانوجينات Cyanogens هي مركبات جليكوسيدية تعطي عند تحللها HCN، وهو من المركبات الشديدة السمية للإنسان، لأنه يؤثر على إنزيمات التنفس. ويوضح جدول (٦-١) محتوى بعض الخضروات من الـ HCN.

جدول (٦-١)

الخضروات ذات المحتوى المرتفع من الـ HCN.

الخضر	تركيز HCN (ملليجرام/ ١٠٠ جرام)
فاصوليا الليما	١٤,٤ – ١٦٧
الكاسافا (الأصناف المرة)	١١٣
اللوبيا	٢,١
البسلة	٢,٣
الفاصوليا الجافة	٢,٠
الجرام *Cicer arictinum*	٠,٨
الجرام الأحمر *Cajanus cajan*	٠,٥

وتعتبر الأصناف الحديثة من فاصوليا الليما أقل كثيرًا فى محتواها من HCN من الأصناف القديمة. وتوجد السيانوجينات كذلك فى الفول الرومى. وتعتبر الذرة الرفيعة – وهى أحد المحاصيل الحقلية – من أهم النباتات التى تشتهر بارتفاع محتواها من السيانوجينات؛ حيث تصل إلى ٢٥٠ ملليجرام / ١٠٠ جرام.

وتعرف الـ Cyanogensis بأنها: "قدرة النباتات على إنتاج غاز سيانيد الأيدروجين (HCN) السام فى ظروف معينة". ويحدث ذلك فى نحو ٢٠٥٠ نوعًا نباتيًا راقيًا تتوزع فى نحو ١١٠ عائلات. وتقسم تلك المركبات إلى فئتين رئيسيتين؛ هما: الجلوكوسيدات السيانوجينية، والدهون.

لا تنتج النباتات غاز سيانيد الأيدروجين إلا إذا جرحت أنسجتها، كما يحدث عند مضغ الطعام، أو عند إصابتها بالفطريات. ومرد ذلك أن المركب السيانوجينى والإنزيم الذى يحلله – ويؤدى إلى إطلاق الغاز منه – يوجدان فى حجيرات منفصلة بالخلية. ولا يحدث الاختلاط بين المركب والإنزيم إلا عندما يحدث خلل ببناء الخلية.

تنتج النباتات ما لا يقل عن ٢٦ نوعًا من الجلوكوسيدات السيانوجينية، وهى تفيد فى حماية النباتات من الافتراس ومن الإصابات المرضية. وبالنسبة للإنسان .. فبالى جانب كونها مرة الطعم، فإنها تثبط الإنزيمات المسئولة عن التنفس فى الميتوكوندريا.

وتعد الكاسافا من أكثر النباتات احتواءً على الجلوكوسيدات السيانوجينية، بالرغم من كونها الطعام الرئيسى لمئات الملايين من البشر فى المناطق الاستوائية من أفريقيا، وآسيا، وأمريكا اللاتينية؛ حيث يُعتمد عليها فى توفير أكثر من ٦٠ ٪ من الطاقة اللازمة للفرد فى بعض هذه المناطق. وتنتج جميع أصناف وسلالات الكاسافا غاز سيانيد الأيدروجين السام. وهى تتراوح فى الطعم بين الحلوة والمرة تبعًا لمحتواها من مركب اللينامارين linamarin، وهو المركب السيانوجينى الرئيسى.

يؤثر غاز سيانيد الأيدروجين على نظام العصب المركزى، والجهاز الهضمى، والغدة الدرقية. ويؤدى فقر الغذاء فى محتواه من البروتين إلى زيادة سمية الغاز، لأن الأحماض الأمينية تساعد على التخلص من السيانيد بمجرد انطلاقه داخل الجسم.

ويعمل الإنسان على خفض سمية الكاسافا بطحن الجذور مع ترك اللب المطحون فى الماء لفترة؛ وذلك للسماح للإنزيم بأن يأتى على اتصال بمركب اللينامارين؛ مما يؤدى إلى انطلاق غاز سيانيد الأيدروجين. ويلى ذلك غسيل اللب وإعداده للاستعمال. ويعد طهى الجذور وتخميرها من الوسائل البديلة لخفض محتواها من اللينامارين وسيانيد الأيدروجين (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

المركبات المسببة للفافيزم

الفافيزم Favism هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوى الحساسية عند أكلهم للفول الرومى أو البلدى، ويؤدى إلى التسمم والموت إن لم يسعف المريض بالعلاج السريع. ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives – تعرف بأسماء divicine، وisouramil – تُحدث الحالة الطبية المعروفة باسم Hemolytic Anemia لدى الأفراد الذين لديهم نقص فى إنزيم NADP-linked glucose-6-phosphate dehydrogenase. ويشيع هذا المرض خاصة فى حوض البحر الأبيض المتوسط (Liener ١٩٧٣).

الأوكسالات

يتحد أيون الأوكسالات Oxalate الموجود فى الطعام مع أيون الكالسيوم الموجود فى نفس الطعام، وفى الأطعمة الأخرى التى تؤكل معه؛ مكونًا ملح أوكسالات الكالسيوم، ويؤدى ذلك إلى ما يلى:

١ - ترسيب أيون الكالسيوم، فلا يستفيد الجسم منه.

٢ - قد تترسب أوكسالات الكالسيوم فى الكلى وتكون حصوات الكلى.

ويوجد أيون الأوكسالات بكثرة فى كل من السبانخ والسلق والبنجر والسبانخ النيوزيلندى والقلقاس والروبارب.

وقد وجد أن محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات ينخفض بازدياد الوزن الطازج للأوراق بين الحشتين الأولى والثانية، وكان هذا النقص فى الأوكسالات أكثر وضوحًا فى الأصناف السريعة النمو منه فى الأصناف الأبطأ نموا (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

ولمزيد من التفاصيل عن الأوكسالات فى النباتات .. يُراجع Franceshi & Horner (١٩٨٠).

النترات

يحدث التأثير السام لأيون النترات nitrate عندما يتحول إلى أيون نيتريت nitrite؛ الأمر الذى قد يحدث قبل تناول الطعام المحتوى على النترات أو بعد تناوله؛ أى إن التسمم يحدث من أيون النيتريت الذى يؤدى – فى حالة امتصاص الجسم له بكميات كبيرة – إلى أكسدة الهيموجلوبين من حالة الحديدوز ferrous hemoglobin إلى حالة الحديديك ferric hemoglobin؛ فيتكون لذلك مركب مثموجلوبين methmoglobin؛ مما يؤدى إلى فقر الدم لمقدرته على إمداد الجسم بالأوكسجين ويحدث التسمم، وهى الحالة التى تعرف طبيًا باسم ميثيموجلوبينميا methemoglobinemia. هذا .. ويستخدم تركيز النترات كدليل مباشر على مدى احتمال التسمم بأيون النيتريت.

يوجد مركب المثموجلوبين بصورة طبيعية فى دم الأفراد الأصحاء بنسبة تصل إلى ١٪ من الهيموجلوبين الكلى فى البالغين، و٤٪ فى الأطفال حديثى الولادة، و٦٪ فى صغار الأطفال المصابين بأمراض الجهاز التنفسى. تتحول هذه الكميات البسيطة –إنزيميًّا – إلى هيموجلوبين بصورة تدريجية، ولكن زيادة نسبة المثموجلوبين عن الحدود المشار إليها تؤدى إلى تراكمه بمعدلات غير طبيعية. ويزداد الضرر فى الأطفال الحديثى الولادة عنه فى الأطفال الأكبر، أو البالغين.

وقد وضعت بعض الدول حدودًا لأقصى ما يمكن أن تحتويه مياه الشرب وبعض الخضر من أيون النترات، فالحد الأقصى المسموح به فى الولايات المتحدة هو ١٠ أجزاء فى المليون فى مياه الشرب. وفى هولندا .. حُدِّدَ الحد الأقصى لمحتوى النترات فى كل من الخس، والهندباء، والسبانخ، والبنجر بمقدار ٣.٥ جم لكل كيلو جرام من الخضر الطازجة المنتجة شتاء (من نوفمبر إلى أبريل)، وبمقدار ٢.٥ جم لكل كيلو جرام من الخضر الطازجة المنتجة صيفًا (من مايو إلى أكتوبر)، باعتبار أن النترات يزداد تراكمها تحت ظروف الإضاءة المنخفضة.

وتبلغ الجرعة السامة للفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٠.٧ – ١.٠ جم نيتروجين نتراتى، وتنخفض هذه الجرعة إلى أقل من ٠.٧ – ٠.١ جم فى الأطفال الرضع الذين يكونون أكثر حساسية للتسمم من النترات عن الأطفال الأكبر سنًا أو الأفراد البالغين، لكن لحسن الحظ .. فإن هذه الجرعات السامة لا يصل إليها أى فرد، لأن ذلك يتطلب – فى حالة البالغين – أن يتناول الفرد من ١.٥ – ٢ كجم من السبانخ فى وجبة واحدة.

ويبدو أن النترات تتراكم على وجه خاص فى أعناق الأوراق والسيقان، كما فى السبانخ، كما تتراكم أيضًا فى جذور البنجر والفجل، لكن لا يحدث تراكم للنترات فى جذور الجزر والبطاطا، أو فى ثمار الطماطم، أو فى قرون الفاصوليا الخضراء، كما لا تتراكم فى أبصال البصل، أو فى البذور والثمار بصورة عامة.

وتصل معظم النترات إلى جسم الإنسان ضمن ما يتناوله من خضروات؛ فمثلاً .. قدّر ما يصل جسم الإنسان يوميًا من أيون النترات – في هولندا – بنحو ١٤٣ مجم، منها نحو ١٢٠ مجم من الخضروات (عن Reinink & Groenwold ١٩٩٤).

وفي دراسة أخرى .. تبين بالحساب أن ما يصل للفرد الواحد يوميًا من النترات جراء استهلاكه للخضر يُقدر بنحو ٧١ مجم، وأن ٣٠٪ من تلك الكمية يُحصل عليها من الخس والسلق السويسرى (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

وتتراكم النترات التي يمتصها النبات عندما يكون امتصاصها أعلى من معدل اختزالها. وعند تناول الإنسان للغذاء الذي يحتوى على تركيزات عالية من النترات فإنها يمكن أن تُختزل إلى نيتريتات nitrites، وهي التي تتفاعل – بدورها – مع الأمينات الثانوية؛ لتُنتج نيتروز أمينات nitrosamines تحت تأثير الأحماض في المعدة. هذا .. إلا أن مستويات فيتامين C في الخضر يمكن أن تمنع تفاعل الـ nitrosation (Lintas ١٩٩٢).

يحدث تراكم النترات في عديد من الخضر الورقية، مثل السلق السويسرى، والكرنب الصيني، والسبانخ، والخس وغيرهم. وتلعب إمدادات النيتروجين دورًا رئيسيًا في تركيز النترات المتراكمة بالنبات، إلا أن عوامل أخرى كثيرة تؤثر في هذا الشأن، منها: درجة الحرارة، وشدة الإضاءة، والتركيب الوراثي، ونقص الموليبدنم، إضافة إلى نوع التربة ونظام الإنتاج.

لا تُشكل زيادة النترات خطورة طبية فحسب، وإنما هي تؤثر – كذلك – في جودة المنتج، مثل خفضها لفيتامين ج في الخس، وزيادتها القابلية للإصابة بالعفن الطرى البكتيرى في الكرنب الصيني. وتؤدى زيادة مستوى النترات إلى زيادة احتمالات الإصابة بنوع من أنيميا الدم يعرف باسم methaemoglobinaemia، وسرطانات المعدة والمثانة في الإنسان.

ولتلك الأسباب فقد وُضعت حدودًا قصوى للمستويات المسموح بها للنترات في مختلف محاصيل الخضر (Parks وآخرون ٢٠١٢).

العوامل المؤثرة على مستوى النترات فى الخضر

يتأثر مستوى أيون النترات فى الخضر بالعوامل الآتية:

١ – المحصول

بدراسة تراكم النترات nitrates والنيتريت nitrites فى عدد من محاصيل الخضر الطازجة لم يمكن العثور على النيتريت إلا فى السبانخ وبتركيز ٠.٨ – ٨.٥ جزءًا فى المليون، وكذلك فى بعض عينات الكرنب والخس والكرفس (٠.٠٦ – ٠.٢٣، و٠.١٥- ٠.٣٢، و٠.١٥- ٠.٤١ جزءًا فى المليون ، على التوالى)، لكن لم يمكن العثور على النيتريت فى عينات من الكرات والبصل والطماطم. وفى المقابل .. وجدت النترات فى كل الخضر تقريبًا بتركيزات متباينة وكان أعلى تركيز من النترات فى السبانخ (١.٢٥ جزءًا فى المليون)، مع وجود تركيزات عالية - أيضًا – فى كل من الخس والكرفس والكرنب (Fytianos & Zarogiannis ١٩٩٩).

وقد وجد فى بارى بإيطاليا أن الخضر الورقية: الجرجير والكرفس والبقدونس والسبانخ تحتوى على مستويات من النترات أعلى مما تحتويه الخضر الأخرى: البصلية والجذرية والساقية والزهرية والدرنية (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

ويتباين الحدين الأدنى والأقصى لتراكم النترات (بالملليجرام / كجم) فى بعض محاصيل الخضر، كما يلى:

المحصول	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الخس	١٢٧	٣٥٤٧
السبانخ	٢٣٨	٢٣٩٧
الكرنب	٢٠٤	٩١٨
الكرفس	١٠٠١	٢٨٢٩
البنجر	١٢١٨	٣٠١٠
الجزر	٦٦	٣٣٧
الفجل	١٥١٩	٢٠١٩
القنبيط	٤٢٠	١٠٥٤

(Lintas ١٩٩٢)

٢ – الصنف

فعلى سبيل المثال .. أوضحت الدراسات التى أجريت على السبانخ زيادة محتوى أيون النترات فى الصنف ونتربلومسديل Winter Bloomsdale ذات الأوراق المجعدة، عنه فى صنفين من ذوات الأوراق الملساء.

كذلك وجدت اختلافات مماثلة فى تراكم النترات بين الأصناف فى كل من الجزر، والفجل، والهندباء.

٣ – شدة الإضاءة

يزداد تراكم النترات فى الخضروات فى ظروف الإضاءة الضعيفة.

٤ – الموجات الضوئية

وجد أن تعرض الخس فى الزراعات المحمية (لمدة ٤٨ ساعة قبل الحصاد) لإضاءة من light–emitting diodes (اختصارًا: LEDs) – تعطى ضوءًا أحمر إلى أزرق بنسبة ٤ : ١– يؤدى إلى خفض تراكم النترات فى النباتات، مع زيادة محتواها من السكريات الذائبة (Wanlai وآخرون ٢٠١٣).

٥ – مصدر السماد الآزوتى

فى السبانخ .. يزداد محتوى الأوراق من أيون النترات مع زيادة التسميد النتراتى، بالمقارنة بالتسميد الأمونيومى. فقد كانت نسبة النترات بالأوراق ٠,٤٠٪ فى حالة التسميد بنترات البوتاسيوم، وانخفضت إلى ٠,٢٨٪ عند التسميد بنترات الأمونيوم، وإلى ٠,٢١٪ مع التسميد باليوريا، ولم يكن للتسميد بالعناصر الأخرى أى تأثير على مستوى النترات بالنبات. وقد أدت معاملة التربة بمثبطات النترتة nitrification inhibitors إلى خفض تراكم النترات بأوراق السبانخ.

وأمكن إنتاج خس منخفض فى محتواه من النترات – فى ظروف الإضاءة الضعيفة – التى يزداد فيها تركيز النترات بالنبات – دون التأثير على المحصول؛ وذلك يجعل نسبة الأمونيوم إلى النترات فى المحلول المغذى ٠,٢٥ على أن تتغير إلى ١,٠ خلال الأسبوعين الأخيرين من النمو.

ولكن زيادة حرارة المحلول المغذى ليلاً – من ٦ إلى ١٠ درجات مئوية مع حرارة لا تقل عن ٦° مئوية نهارًا – أدت إلى زيادة كلٍ من النمو والمحتوى النتراتى (Steingrover وآخرون ١٩٩٣).

وقد أدى التسميد بالأسمدة الكيميائية الآزوتية إلى زيادة محصول الجرجير، ولكن مع زيادة – كذلك – فى محتوى النترات بالأوراق، مقارنة بالتسميد العضوى. ومع ذلك فإن ذلك المحتوى لم يصل أبدًا إلى المستوى الضار بصحة الإنسان، والذى يحدد فى أوروبا بـ ٣.٧ مجم نترات/ كجم من وزن الجسم؛ إذ إنه لم يتعد أبدًا ٣٠٠ مجم /كجم وزن طازج من الجرجير (Tuncay وآخرون ٢٠١١).

ووجد أن كلاً من الفينوكيا والكرفس والسلق السويسرى تمتص كميات أكبر من النيتروجين النتراتى عما تمتصه من النيتروجين الأمونيومى عند التسميد بمخلوط من مصدرى النيتروجين. وفى أفضل ظروف التغذية بالنيتروجين تراكمت النترات بأوراق السلق السويسرى إلى تركيز عالٍ (٣٨٠٩ مجم / كجم وزن طازج). وفى المتوسط .. تراكم بالفينوكيا والكرفس ٥٦٤ مجم NO_3/ كجم وزن طازج عندما كان مصدر النيتروجين ١٠٠ أمونيوم: صفر نترات؛ بما يعنى إمكان إنتاج كِلا المحصولين بمحتوى منخفض من النترات عند استعمال الأمونيوم منفردًا – كمصدر للنيتروجين. ومع زيادة نسبة النترات فى المحلول المغذى، فإن محتوى النترات بأوراق الفينوكيا والكرفس ازداد بوضوح حتى وصل إلى ٨٧٠٢ مجم/ كجم وزن طازج مع نسبة صفر أمونيوم : ١٠٠ نترات (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

٦- طريقة التسميد

وجدت زيادة فى تراكم أيون النترات فى السبانخ عند إضافة السماد نثرًا قبل الزراعة، عما لو أضيف إلى جانب النباتات أثناء نموها. وربما يرجع ذلك إلى زيادة فترة امتصاص النبات لأيوم النترات فى الحالة الأولى، عنه فى الحالة الثانية (Maynard & Barker ١٩٧٢).

٧- موعد الحصاد من اليوم

يُعد حصاد الخضر الورقية فى موعد متأخر من النهار وسيلة موصى بها لإنتاج محصول ينخفض محتواه من النترات. هذا إلا أن مدى هذا التباين – على امتداد اليوم – لا يتعدى ٢٥٪، وذلك كما وجد فى دراسة على كل من الخس والسبانخ (Neely وآخرون ٢٠١٠).

٨- التخزين

أوضحت دراسات Yang (١٩٩٢) أن تخزين الخضروات (الخس، والسبانخ، والبطاطس، والفلفل، والخيار) فى أى من حرارة الغرفة أو على الصفر المئوى أدى إلى زيادة معدل تحلل محتواها من النترات مع زيادة محتواها من النتريت، بينما أدى تخزينها فى جو معدل (صناديق محكمة الإغلاق أمام تبادل الغازات) على الصفر المئوى إلى زيادة محتواها من النتريت دون أن ينخفض محتواها من النترات.

ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن موضوع تراكم النترات فى محاصيل الخضر فى Splittostoesser وآخرين (١٩٧٤)، وMaynard وآخرين (١٩٧٦)، وMills & Jones (١٩٧٩).

أهمية النترات للنبات

إلى جانب أنها تعد مصدرًا للنيتروجين الضرورى لتمثيل الأحماض الأمينية، فإن النترات تلعب دورًا هامًا فى حفظ التوازن الإسموزى، واستمرار امتلاء الخلايا والنمو النباتى، وذلك بخفضها للجهد الإسموزى لسوائل الفجوات العصارية. هذا إلا أن هذا الدور الذى تلعبه النترات ليس قاصرًا عليها حيث يمكن أن تحل محلها مركبات أخرى، مثل السكريات والأحماض العضوية. وتعد النترات هى الـ osmoticum المفضل فى الظروف التى لا تسمح بمعدلات عالية من البناء الضوئى (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد وجد ارتباط سلبى قوى بين تكوين النترات ونشاط البناء الضوئى. ويعتقد بأن الاختلافات فى محتوى النترات تنتج من اختلاف معدل البناء الضوئى عندما تحل النترات – كعامل حافظ للضغط الإسموزى – محل السكريات (Behr & Wiebe ١٩٩٢).

مركبات ضارة أخرى

من المركبات الضارة الأخرى التى توجد فى الخضر ما يلى:

١- أشباه القلويات الجليكوسيدية

تنتشر أشباه القلويات الجليكوسيدية Glycoalkaloids فى الخضر الباذنجية، مثل الطماطم والبطاطس، فتحتوى ثمار الطماطم الخضراء على التوماتين Tomatine، لكنه يختفى فى الثمار

الناضجة، كما تحتوى درنات البطاطس التى تعرض للضوء على السولانين Solanine، وكلاهما سام للإنسان (Yamaguchi ١٩٨٣).

٢- الكيوكربتسينات

الكيوكربتسينات Cucurbitacins عبارة عن جليكوسيدات مرة الطعم توجد فى ثمار بعض القرعيات؛ مثل: الخيار والقثاء، وبعض سلالات الكوسة والبطيخ البرى، وهى سامة جدًا للإنسان.

٣- الهيماجلوتانينات Hemaglutinins: توجد فى البذور الجافة لعديد من البقوليات، خاصة الفاصوليا وفول الصويا، وتسبب قلة امتصاص الغذاء، وضعف النمو.

٤- اللاثروجينات Lathrogens: توجد فى الحمص، وتسبب الشلل.

٥- السابونينات Saponins: توجد فى فول الصويا، وتحدث غازات فى الأمعاء، وتقلل من فاعلية الكائنات الدقيقة بها.

٦- مثبطات إنزيم الكولينستريز Cholinestrase inhibitors: توجد فى ثمار الكوسة والقرع العسلى، وتؤثر على الأعصاب (Kehr ١٩٧٣).

المركبات الضارة التى تتكون فى الأجزاء النباتية المصابة بالأمراض

الفيتوألاكسينات

تؤدى الإصابة ببعض الكائنات المسببة للأمراض النباتية أحيانًا إلى إنتاج مركبات خاصة – فى الأنسجة المصابة والأنسجة المحيطة بها – تعمل على وقف تقدم الإصابة، ويعتبر ذلك نوعًا من مقاومة النباتات الطبيعية للأمراض. وتعرف المركبات المتكونة هذه باسم فيتوألاكسينات phytoalexins، ومن الفيتوألاكسينات المعروفة تلك التى تنتجها محاصيل الخضر التالية:

١- البسلة:

ينتج بالبسلة فيتوألاكسين البيزاتين Pisatin الذى يؤدى – بتركيز أعلى من ٢٠٠ جزء فى المليون – إلى إتلاف كرات الدم الحمراء، وانطلاق البوتاسيوم الخلوى خلال ٨ دقائق فى الماشية.

٢- الفاصوليا :

تنتج الفاصوليا عددًا من الفيتوألاكسينات منها: فاصيوليدين phaseollidin، وفاصيولين phaseollin، وكيفيتون Kievitone، وفاصيولينيسوفلافان Phaseollinisoflavan، وكيوميستيرول Coumesterol.

وقد وجد أن الفاصيولين بتركيز ١٧ جزءًا فى المليون يؤدى إلى إتلاف كرات الدم الحمراء فى الماشية والأغنام.

٣- الجزر:

ينتج الجزر عددًا من الفيتوألاكسينات؛ منها حامض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid، وميريستيسين Myristicin. ومن المعروف أن حامض الكلوروجينيك مثبط لامتصاص الثيامين فى أمعاء الفئران. أما الميريستيسين، فله خصائص المبيدات الحشرية، وقد تؤدى الجرعات التى تزيد على ٤٠٠ جزء فى المليون إلى إحداث هلوسة للإنسان. ونظرًا لأن أصناف الجزر العادية لا يزيد تركيز الميريستيسين بها على ٢٠ جزءًا فى المليون؛ لذا يلزم لظهور الأعراض أن يستهلك الفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٥ كجم من الجزر دفعة واحدة.

٤- البطاطا:

يوجد بالبطاطا فيتوألاكسينات كثيرة؛ منها الأيبومياميارون Ipomeamarone الذى يعتبر سامًا للإنسان إذا وجد بتركيزات عالية، كما فى جذور البطاطا المصابة بالأمراض.

٥- البطاطس:

يعرف منذ زمن بعيد أن درنات البطاطس المصابة بالندوة تُحدث عند استهلاكها تسممًا للإنسان. كذلك يؤدى تعرض الدرنات للضوء أو إصابتها ببعض الأمراض إلى تكون مركب ألفاسولانين α-Solanine الذى يعتبر سامًّا للإنسان إذا تعاطى منه الشخص الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٢١٠ ملليجرام (Surak ١٩٧٨).

٦- الكرفس والخضر الخيمية:

يعتقد أن السورالينات Psoralens (وهى: linear furanocoumarins) – التى توجد فى الكرفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والتين، والموالح – هى فيتوألاكسينات ذات علاقة بمقاومة

الكرفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة؛ مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furanocoumarin من ٢ إلى ٩٥ ميكروجرام/ جرام وزن طازج.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة؛ حيث تكون مطفرة للدنا (الـ DNA)، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠ – ٣٨٠ مللى ميكرون.

ولكن يبدو أن السورالينات نفسها ليست هى الفيتوألاكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين marmesin، الذى يتكون منه السورالين. وقد وجد Afek وآخرون (١٩٩٥) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة أطول، علمًا بأن المارمسين يتحول تدريجيًا – بصورة طبيعية – إلى سورالين بعد الحصاد.

السموم الفطرية

تفرز كثير من الفطريات الأسكية والناقصة، وقليل من الفطريات الزيجوية سمومًا فطرية mycotoxins، ويعتبر الأفلاتوكسين Aflatoxin أولها اكتشافًا، وأكثرها شيوعًا، وأخطرها، وهو يُفْرَزُ بواسطة نوعين من الفطريات، هما *Aspergillus flavus*، و *A. parasiticus*، اللذان يصيبان عديدًا من المحاصيل الحقلية والبستانية قبل الحصاد أو بعده، أو أثناء التخزين.

ينتشر الفطر على كثير من الحبوب والبذور؛ ومنها: القمح، والذرة، والأرز، والشعير، والقطن، والفول السودانى، وفول الصويا، كما يمكن أن يوجد أيضًا فى دقيق القمح والذرة، وأن يصيب الجبن ومنتجات الألبان واللحوم. وعندما تكون عليقة الحيوان ملوثة بالفطر فإن السم ينتقل إلى لبن الحيوان.

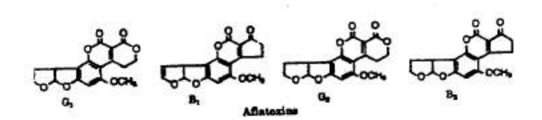
تعد الرطوبة العالية والماء الحر أهم العوامل التى تساعد على إصابة الحبوب أو البذور بالفطر.

يزداد تركيز السم بزيادة نمو الهيفات، وتزداد سرعة تمثيله لتصل إلى حدها الأقصى وقت تكوين الجراثيم الكونيدية للفطر، ثم تقل سرعة تكوين السم بعد ذلك.

يُحدث الأفلاتوكسين نوعين من الأعراض على الإنسان والحيوان، وهما أعراض حادة acute، وأخرى مزمنة chronic. وقد وجد فى حيوانات التجارب أن الأعراض الحادة – التى تحدث عند تناول جرعة كبيرة من السم مرة واحدة – تنتج من تضخم الكبد وتقرحه، وتؤدى إلى موت الحيوان. أما الأعراض المزمنة فتتضمن حدوث الطفرات وظهور تقرحات وأورام سرطانية بالكبد (عن وصفى ١٩٩٣).

يتبين مما تقدم أن الأفلاتوكسينات من المواد المسرطنة، وخاصة للكبد. وهى لا تتأثر بحرارة الطهى؛ لذا .. فإن استهلاك الإنسان للأغذية المصابة بالفطريات المنتجة لهذه الأفلاتوكسينات يكون فيه خطورة كبيرة على صحته.

ونبين – فيما يلى (شكل: ٦-١) – التركيب البنائى لأربع من هذه الأفلاتوكسينات، وهى التى تعرف بالرموز B_1، و B_2، و G_1، وG_2:



شكل (٦-١): الأفلاتوكسينات.

ويعد الأفلاتوكسين B_1 أشدها سميّة؛ حيث يبلغ الحد الأقصى للتركيز المسموح به فى الأغذية خمسة أجزاء فى البليون.

وقد وجد الفطر ناميًا على نحو ٥٠ نوعًا من الأغذية، وكان من أكثرها شيوعًا: الفول السودانى، والحبوب مثل القمح والذرة، والبذور الزيتية مثل بذرة القطن.

ومن السموم الأخرى المعروفة التى تفرزها الفطريات التى تصيب الأغذية ما يلى (عن Kragt ١٩٨٧):

السُم	الفطريات المنتجة له	الأغذية التى ينمو عليها والأضرار التى
Sterigmatocystin	*Aspergillus* spp. *Penicillim luteum*	البن الأخضر والقمح. مُسرطن، لكن بدرجة أقل كثيرًا من الأفلاتوكسينات
Ochratoxins	*A. ochraceus* *P. viridicatum*	أهمها Ochratoxin A الذى يحدث أضرارًا كبيرة للكلى
Citrinin	*Penicillium* spp. *Aspergillus* spp.	يحدث أضرارًا للكلى
Patulin	*Pencillium* spp. *Aspergillus* spp. *Byssachlamys nivea*	التفاح المعطوب وعصير التفاح. ليس له تأثير ضار واضح، ولكنه مضاد للبكتريا
Penicillic Acid	*A. ochraceus*	الذرة المخزن فى جو رطب وفى حرارة منخفضة. مُسرطن للفئران
Trichothecenes	*Fusarium* spp.	تعرف باسم T-toxins وهى كثيرة وسامة

وتزداد معدلات الإصابة بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات فى الخضر الجافة بطبيعتها، مثل المحاصيل البذرية، والخضر التى تجفف صناعيًا، مثل البامية، والملوخية، والبصل المجفف.

فمثلاً. وجد Mahmoud & Abd-Allh (١٩٩٤) الأفلاتوكسينات B_1، و B_2، و G_1، وG_2 فى بعض عينات بذور الفول البلدى بتركيزات تراوحت – فى المتوسط – بين ٢٠ و ٣٠ ميكروجرام /كجم.

ولاحظ Ahmad (١٩٩٣) أن بذور *Vigna mungo* كانت ملوثة بجراثيم الفطرين *Aspergillus flavus*، و *Penicillium citrinum* عند الحصاد. ومع التخزين .. ازدادت معدلات الإصابة بهذين الفطرين، كما ظهرت كذلك إصابة بالفطريات *A. terreus*، و*A. niger*، و *A. ochraceus* وغيرها، وكانت نحو ٧٠٪ من عزلات *A. flavus* من المنتجة للأفلاتوكسينات السامة.

ومن أهم الفطريات التى أمكن عزلها من كل من البامية، والملوخية، والفلفل المجفف ما يلى (عن Adebanjo & Shopeju ١٩٩٣):

Aspergillus flavus	*A. niger*
A. fumigatus	*Rhizopus oryzae*
Penicillium oxalicum	*Rhizomucor pusillus*
Fusarium equiseti	

كما تمكن Zohri وآخرون (١٩٩٢) من عزل ١٥ نوعًا من الفطريات – تنتمى إلى ٧ أجناس – من عينات من البصل المجفف جمعت من أحد مصانع تجفيف البصل فى محافظة سوهاج بمصر، إلا أن تواجد الفطريات فى العينات تناقص بشدة خلال مراحل التجفيف إلى أن وصل إلى الصفر فى مرحلة التجفيف النهائية. وكانت أكثر الفطريات تواجدًا خلال المراحل الأولى للتجفيف ما يلى:

Aspergillus niger	*A. flavus*
A. terreus	*A. niger*
Penicillium chrysogenum	

وقد تناقص تواجد السموم الفطرية **mycotoxins** من ١٢٠ ميكروجرام / كجم من البصل فى مرحلة التجفيف الأولى إلى ٢٠ ميكروجرام / كجم فى مرحلة التجفيف الثامنة، ثم إلى الصفر فى مرحلتى التجفيف الأخيرتين التاسعة والعاشرة.

وأوضحت دراسات **Omar & Mahmoud** (١٩٩٤) على الطماطم إصابة الثمار بعديد من الفطريات، منها: ***Penicillium citrinum***، و***Aspergillus flavus***، وكانت الإصابة بهما مُصاحَبة بإنتاج الأفلاتوكسينات B_1، وB_2، و**citrinin**. كما عُزل كذلك الفطر ***Alternaria alternata***، الذى أنتج سمومًا فطرية بتركيز مرتفع.

وتتجه الدراسات – حاليًا – إلى تربية أصناف جديدة مقاومة للفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات، مثل مقاومة الذرة السكرية للفطر ***Aspergillus flavus*** مسبب مرض عفن الكيزان، والذى يعد من أهم مصادر الأفلاتوكسينات فى حبوب الذرة الشامية (**Campbell & White** ١٩٩٥).

محتوى الخضر من العناصر الثقيلة

لا يعد ارتفاع محتوى الخضر من بعض العناصر الثقيلة السامة للإنسان من الخصائص المميزة لخضر بعينها، وإنما هو أمر يرجع إلى زيادة تلوث البيئة بتلك العناصر؛ ومن ثم زيادة امتصاص الخضر – وغيرها من النباتات – لها، ولكن لهذه القاعدة استثناءات .. على الأقل فيما يتعلق بعنصر السيلينيوم.

يتضح من دراسات Zayed & Terry (١٩٩٢) أن مستوى السيلينيوم فى نباتات البروكولى يتأثر بتركيز كل من أيونى السيلينيوم والكبريتات فى المحلول المغذى؛ حيث أدت زيادة أيون الكبريتات إلى زيادة تركيزه فى النبات ومنافسته لأيون السيلينيوم على الإنزيمات الخاصة بأيض وتمثيل الكبريت؛ الأمر الذى أدى إلى نقص إنتاج الـ Seleno amino acids التى ينتج عنها مركبات السيلينيوم المتطايرة؛ التى تؤدى إلى التخلص من السيلينيوم من التربة إلى الهواء الجوى. ولذا.. فإنه بالتحكم فى مستوى الكبريتات فى التربة .. يمكن خفض مستوى السيلنيوم بها عن طريق تطايره من خلال النباتات المزروعة فيها.

ويعتبر تطاير السيلينيوم من التربة من خلال النباتات والكائنات الدقيقة إحدى وسائل التخلص من كميات العنصر التى قد تلوث التربة.

ويستدل من دراسة لاحقة (Zayed & Terry ١٩٩٤) على أن معظم تطاير السيلينيوم فى البروكولى يكون عن طريق الجذور التى يكون تطايره منها أسرع مما يحدث عن طريق النموات الخضرية بمقدار ٢٦ مرة. كما أدت إزالة النموات الخضرية إلى زيادة تطاير السيلينيوم من الجذور بمقدار ٢٠ إلى ٣٠ مرة – خلال الـ ٧٢ ساعة التالية لإزالة النموات الخضرية – مقارنة بما كان عليه التطاير من الجذور المتصلة بالنموات الخضرية.

كما انخفض معدل تطاير السيلينيوم بزيادة تركيز الكبريتات عن ٢٥ مللى مولار فى المحلول المغذى.

وحُصل على نتائج مماثلة مع خمسة نباتات أخرى؛ هى: الأرز، والكرنب، والقنبيط، والمسترد الصينى، والمسترد البنى البرى.

وقد أدت إضافة مضادات حيوية ميكروبية Prokaryotic Antibiotics إلى المحلول المغذى إلى نقص كبير فى معدل تطاير السيلينيوم من كل من الجذور والمحلول المغذى، بدرجة أكبر مما يمكن أن ترجع إلى التطاير الميكروبى للسيلينيوم من المحلول المغذى فقط؛ مما يعنى أن النشاط الميكروبى فى النبات يلعب دورًا فى عملية التطاير.

وقد قسم Terry وآخرون (١٩٩٢)، وZayed (١٩٩٣) الخضر حسب قدرتها على تخليص التربة من عنصر السيلينيوم – بتطاير العنصر من خلالها – إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

١- خضروات ذات قدرة عالية على امتصاص العنصر وتسريبه – بالتطاير – إلى الهواء الجوى. وهذه المجموعة تشمل البروكولى، والكرنب، والقنبيط، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٢٠٠ و٣٠٠ ميكروجرام /م^{٢} من المساحة الورقية يوميًا.

٢- خضروات ذات قدرة متوسطة: تشمل الجزر، والخيار، والطماطم، والباذنجان، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٤٠ و١٠٠ ميكروجرام/ م^{٢} من المساحة الورقية يوميًا.

٣- خضروات ذات قدرة ضعيفة: تشمل الفاصوليا، والخس، والبصل، ويتطاير العنصر منها بمعدل يقل عن ١٥ ميكروجرام/ م^{٢} من المساحة الورقية يوميًا.

وقد وجد ارتباط عالٍ جدًا بين قدرة النبات على تسريب العنصر من خلاله ومحتواه من العنصر؛ مما يعنى أهمية قدرة النبات على امتصاص العنصر فى الاستفادة منه فى تخليص التربة من السيلينيوم، ولكن قابل ذلك ارتفاع محتوى العنصر فى النبات إلى مستويات قد تسبب مشاكل صحية للإنسان، حيث وصل تركيزه فى الكرنب إلى ٢٠٠ مجم/ كجم من الأوراق على أساس الوزن الجاف.

كذلك أدى الاتجاه إلى إنتاج الخضر فى الحدائق المنزلية داخل المدن إلى الاهتمام بمحتوى هذه الخضر من العناصر الثقيلة، وخاصة عنصر الرصاص الذى ينتج بكثرة مع عادم السيارات.

وتوصى منظمة الصحة العالمية بألا يزيد ما يصل إلى جسم الفرد البالغ من عنصر الرصاص على ٢٥٤ ميكروجرام يوميًا، ويقل الحد المسموح به – بالنسبة للأطفال الذين تقل أعمارهم عن ثلاث سنوات – إلى ١٠٠ – ٢٠٠ ميكروجرام يوميًا.

هذا .. وتتراوح نسبة الرصاص فى المدن المزدحمة – مثل نيويورك وبوسطون ولندن من ٢٠٠ – ٦٠٠٠ جزء فى المليون (لم تشمل الدراسة مدينة القاهرة التى تعد أكثر ازدحامًا من المدن التى ورد ذكرها). وبرغم أن الرصاص لا يتحرك فى التربة، فإن النباتات تمتصه من التربة الملوثة بسهولة، كما أنه يترسب مباشرة على أوراق النباتات من عادم السيارات.

وقد قام Bassuk (١٩٨٦) بدراسة وسائل خفض نسبة الرصاص فى نباتات الخس المزروعة فى أرض ملوثة – صناعيًا – بالرصاص، فوجد أن إضافة المادة العضوية أو الفوسفور تقلل من امتصاص الرصاص بشدة، وكانت أكثر المعاملات فاعلية إضافة السماد الحيوانى مع الفوسفور.

كذلك وجد أن الرصاص المترسب على أوراق الخس – من عادم السيارات – يمكن غسيله بمحلول مائى من حامض الخليك بتركيز ١٪، أو بمحلول صابون غسيل بتركيز ٠٫٥٪.

مضار الإفراط فى تناول بعض الخضر

على الرغم من الفوائد الصحية العديدة لمختلف محاصيل الخضر، فإن الإفراط فى تناول بعضها له محاذير معينة، كما يتبين مما يلى (عن شمس الزراعة – مارس ٢٠٠٠):

المحصول	محاذير الإفراط فى تناولها
الباذنجان (الثمار غير المكتملة النمو)	يمكن أن تؤثر الثمار غير المكتملة النمو على الكبد
الثوم (الفصوص)	ضعف البصر وزيادة المشاكل لدى مرضى الكلى
الخيار (الثمار المرة)	الثمار المرة يمكن أن تؤثر على الكبد
البقدونس (الأوراق)	يضر الحوامل لأن كثرته تؤدى إلى انقباض الرحم
الكرفس (الأوراق)	يقلل من إدرار اللبن لدى المرضعات
الفجل (الجذور)	يضر مرضى القولون لتسبب الألياف فى تهيج جدار القولون
السبانخ (الأوراق)	تقلل من امتصاص الكالسيوم بسبب محتواها العالى من الأوكسالات
اللفت (الجذور)	تضر كثرة تناوله مرضى الغدة الدرقية
الجرجير (الأوراق)	تضر كثرة تناوله مرضى الغدة الدرقية

الخضر الثمرية

الطماطم

التوماتين

تنتج نباتات الطماطم مركب ألفاتوماتين alpha-tomatine (وهو جليكوألكالويد glycoalkaloid) – الذى ربما يجعل النباتات أكثر مقاومة للآفات – وهو مركب ضار بصحة الإنسان، ولكنه يوجد بنسبة منخفضة جدًا – وغير ضارة – فى الثمار الناضجة مقارنة بالثمار الخضراء أو الأجزاء النباتية الأخرى، حيث يتراوح تركيزه (بالمليجرام لكل ١٠٠ جم من النسيج الطازج) بين ٠,٠٣ و٠,٠٨ فى الثمار الحمراء، وبين ٠,٩ و٥٥,٠ فى الثمار الخضراء، مقارنة بنحو ١٤ – ١٣٠ فى الأوراق، والسيقان، والجذور، والأزهار (Friedman & Levin ١٩٩٥).

القرعيات

أنواع المركبات ذات الأهمية الطبية

إن من أهم المركبات السامة والمركبات ذات الأهمية الطبية التى توجد بالقرعيات، ما يلى: (عن Robinson & Decker- Walters ١٩٩٧):

السُّم	الأغذية التي ينمو عليها والأضرار
• الكيوكربتسينات cucurbitacins (وهي مركبات oxygenated tetracyclic triterpenoids)	جميع القرعيات
• الـ saponins (مثل الـ cucurbitocitrin)	بذور البطيخ
• الجلوكوسيدات glycosides الأخرى، مثل: الـ citrullol والـ colocynth	*Citrullus colocynthis*
• الألكالويدات alkaloids، مثل: الـ momordicin	الشمام المر
• البروتينات المثبطة للريبوسومات	*Luffa operculata*
• أحماض أمينية حرة مثل الكيوكربتين cucurbitin	الكوسة
• الزانثوفيلات xanthophylls، مثل:	*Cucurbita maxima*
• الليوتين lutein	
• الجلوكوسيد mogril I-IV (تزيد حلاوته بأكثر من ١٥٠ مرة عن حلاوة السكروز)	Luo-han-guo

محتوى القرعيات من الكيوكربتسينات

أنواع الكيوكربتسينات وانتشارها في العائلة القرعية

تشترك جميع القرعيات في احتواء نباتاتها على مجموعة من المركبات المرة تعرف باسم الكيوكربتسينات Cucurbitacins. وقد عرفت منها ما لا يقل عن ١٤ مادة أعطيت الرموز من A إلى N. عزلت هذه المركبات من ٤٥ نوعًا تنتمي إلى ١٨ جنسًا من العائلة القرعية. كما تمكن Tommasi وآخرون (١٩٩٦) من عزل ستة أنواع إضافية من الكيوكربتسينات من بذور أحد الأنواع القرعية التي تؤكل، وهو: كاياجوا Caigua *(Cyclanthera pedata)*، والذي يُنسب إليه بعض الفوائد الطبية، منها أنه مضاد للإلتهابات.

وتُعد الكيوكربتسينات – التي توجد في مختلف القرعيات – من المركبات السامة، والتي قد يستدعي الأمر رعاية صحية للشفاء من أضرارها، والتي منها الإسهال الشديد. وأخطر الكيوكربتسينات هي تلك التي توجد في الكوسة، ولكن – لحسن الحظ – فإن أصناف الكوسة المستعملة في الغذاء ينخفض محتواها من الكيوكربتسينات بشدة لدرجة يصعب معها الإحساس

بها على الرغم من وجودها فيها بتركيزات شديدة الانخفاض، بعكس الآباء البرية للكوسة التى يزيد فيها تركيز الكيوكربتسينات إلى درجة السمية.

ويوجد أعلى تركيز للكيوكربتسينات (> ١٪) فى الحنظل البرى وبعض الأنواع البرية من الجنس *Cucumis*. وبالنسبة للنبات الواحد، فإن أعلى التركيزات توجد – عادة – فى الثمار والجذور، وأقلها فى الأوراق والسيقان والقمم النامية.

ينخفض تركيز الكيوكربتسينات كثيرًا فى أصناف الكوسة التجارية إلى درجة يصعب معها ملاحظتها. ولكن تظهر أحيانًا بعض ثمار الكوسة المرة، التى يتعين تجنب استعمالها فى الطعام لأن استهلاكها ولو بجرامات قليلة قد يسبب مشاكل صحية خطيرة.

ويقتصر تواجد الكيوكربتسينات على القرعيات Cucurbits – التى أخذت منها اسمها Cucurbitacins – بالإضافة إلى أنواع أخرى قليلة من عائلات أخرى. وتتواجد جميع أنواع الكيوكربتسينات على صورة جليكوسيدات glycosides، أو أجليكونات حرة free aglycones، وعمومًا .. فهى tetracyclic triterpenoides، يتراوح وزنها الجزيئى بين ٥٢٠، و٥٧٤.

وقد يحتوى النوع النباتى الواحد على أكثر من مادة، كما قد تحتوى الأعضاء النباتية المختلفة فى النبات الواحد على مواد مختلفة كذلك. وأكثر الكيوكربتسينات شيوعًا هى: B، وE، ويعتقد أنها طرز أولية تتكون منها الطرز الأخرى.

تُعطى الأنواع المختلفة من الكيوكربتسينات حروفًا أبجدية لتمييزها عن بعضها البعض، وهى تستخدم كوسيلة كيميائية للتقسيم النباتى. وبينما لا يوجد كيوكربتسين C سوى فى الخيار، فإن الكوسة تحتوى على كيوكربتسينات B، وD، وE، وI.

وبينما تُعد الكيوكربتسينات طاردة لكل من المن والعنكبوت الأحمر، فإنها تعد جاذبة لخنافس الخيار.

توزيع الكيوكربتسينات فى الأعضاء النباتية

أول الكيوكربتسينات تكونًا فى البادرات، هى B، أو E فى الجذير، وB، أو E، وأحيانًا D فى الأوراق الفلقية. وتحتوى الأوراق الفلقية لنباتات الخيار على الطراز C.

ويوجد أعلى تركيز للكيوكربتسينات فى الثمار، والجذور، وأقل تركيز فى الأوراق والسيقان والقمم النامية، بينما تخلو منها البذور، ولا يتبقى من الكيوكربتسينات على البذور إلا بقدر ما يعلق عليها من أنسجة المشيمة – التى تتركز فيها الكيوكربتسينات – بعد تنظيفها منها.

وعندما تكون الثمار غير مرة، فإن ذلك يكون بفضل إنزيم الإلاتيريز elaterase الذى يقوم بتحليل الجلوكوسيدات المرة، ويحولها إلى أجليكونات غير مرة. أما الأصناف والأجزاء النباتية التى يظل فيها نشاط هذا الإنزيم منخفضًا فإنها تكون مرة نظرًا لبقاء الكيوكربتسينات فيها على صورة جلوكوسيدات.

أهمية الكيوكربتسينات

١- تعتبر الكيوكربتسينات هى المسئولة عن الطعم المر فى ثمار بعض القرعيات، وهى تشكل مشكلة كبيرة، ليس فقط بسبب طعمها المر، ولكن لما قد تسببه من مشاكل صحية، فهى مسهلات قوية، وقد تسبب مشاكل صحية خطيرة، وربما تؤدى إلى موت الإنسان إذا تناولها فى غذائه بتركيزات عالية. وأكثر الكيوكربتسينات سمية هى تلك التى توجد فى الكوسة.

٢- لعبت الكيوكربتسينات دورًا فى تطور القرعيات حيث حالت دون القضاء عليها بواسطة الحشرات والحيوانات التى تقتات على الأعشاب، لما لها من خصائص سامة فضلاً عن طعمها المر. فمثلاً.. تطرد الكيوكربتسينات المنّ والعنكبوت الأحمر، هذا بينما تفضل خنافس الخيار التركيزات العالية منها.

٣- تميز بعض الأنواع والمجموعات النباتية بأنواع الكيوكربتسينات التى تحتويها فمثلاً .. بينما لا يحتوى الخيار – غالبًا – إلا على الكيوكربتسين C، فإن الكوسة تحتوى على الكيوكربتسينات B، وD، وE، وI وعلى جلوكوسيد الكيوكربتسين E.

العوامل المؤثرة فى محتوى النباتات من الكيوكربتسينات

تؤثر العوامل البيئية غالبًا على ظهور المرارة بثمار الخيار. فقد تتكون ثمرة مرة، بينما لا تكون ثمرة أخرى – ظهرت فى ظروف بيئية مغايرة – مرة. وتكون النموات الخضرية

لبعض أصناف الخيار مرة لكنها لا تُنتج أبدًا ثمارًا مرة، بينما قد تكون النموات الخضرية فى أصناف أخرى مرة لكنها قد تنتج ثمارًا مرة أو غير مرة، حسب الظروف البيئية.

ولقد أمكن بعد تذوق الأوراق الفلقية لـ ١٥٠٠٠ بادرة خيار العثور على بادرة واحدة غير مرة، وقد أعطت تلك البادرة بعد نموها ثمارًا غير مرة فى جميع الظروف البيئية، ووجد أن صفة عدم المرارة تلك يتحكم فيها جين واحد متنح، وهو الذى نقل إلى كثير من أصناف الخيار الحديثة.

تتحكم خمسة جينات على الأقل فى تمثيل الكيوكربتسينات، كما توجد جينات تتحكم فى نوعية وكمية الكيوكربتسينات فى مختلف الأجزاء النباتية. وتحتوى معظم طرز الجورد المستعملة فى أغراض الزينة، والعشائر البرية من *C. pepo* على جين سائد يتحكم فى صفة الثمار المرة. ويمكن لهذا الجين أن ينتقل إلى أصناف الكوسة بواسطة الحشرات الملقحة، ليظهر بعد ذلك فى ثمار الأجيال التالية، ولكن ليس لحبوب اللقاح التى تحمل جين المرارة تأثير مباشر على الثمار التى تنتج من التلقيح؛ فلا تتأثر صفة المرارة بظاهرة الزينا **xenia**.

وبالإضافة إلى أن صفة مرارة الثمار تعد مشكلة – أحيانًا – فى النوع *C. pepo* (بسبب ما قد يصل إلى الأصناف التجارية من جينات تتحكم فى تلك الصفة من الأنواع البرية من الجنس *Cucurbita*، أو من العشائر البرية من النوع *C. pepo*)، فإنها قد تشكل مشكلة كذلك فى أنواع القرع الأخرى. ويمكن أن تظهر صفة المرارة نتيجة لتفاعل الجينات فى نسل التلقيح *C. pepo* × *C. argyrosperma*، حتى ولو خلا الأبوين من تلك الصفة.

مرارة الثمار فى الخيار

أرجع الطعم المر فى ثمار الخيار إلى ما تحتويه من مركب **cucurbitacin C**. ولقد ازداد تكون المادة المرة فى الجو البارد وعند مضاعفة التسميد الآزوتى، عما كان عليه الحال فى الجو المعتدل وعند التسميد المعتدل بالنيتروجين. وتبين ارتفاع كلاً من النيتروجين الكلى ونيتروجين الأحماض الأمينية والمحتوى البروتينى بأوراق النباتات التى أنتجت ثمارًا مرة عما فى أوراق النباتات التى أنتجت ثمارًا غير مرة، وكذلك فى الثمار المرة ذاتها (**Kano & Goto** ٢٠٠٣).

وفى دراسة أخرى .. أرجعت ظاهرة المرارة فى ثمار الخيار إلى ما تحتويه من مادتى الكيوكربتسين cucurbitacins: A، وB. تحدث هذه الظاهرة خلال الأيام الحارة من الصيف أو فى نهاية موسم الزراعة. وعلى الرغم من تأثر طرف العنق من الثمرة فقط – غالبًا – بتلك الظاهرة، فإنها قد توجد أحيانًا فى كل الثمرة. هذا .. وتتركز معظم المرارة فى جزء الثمرة الذى يقع تحت الجلد مباشرة. ويفيد الرى الجيد خلال مراحل نمو الثمار فى الحد من تلك الظاهرة، وهى التى لا توجد – عادة – سوى فى الأصناف القديمة من الخيار.

ويحتوى صنف الخيار Shinsyo Hakuhi (ذات الجلد الثمرى الأبيض) على مادة Cucurbitacin C فى كل من الأوراق والثمار، وتوجد هذه المادة فى طرف الثمرة المتصل بالعنق بتركيز أكبر عما فى طرفها الزهرى. يُعد هذا المركب شديد المرارة، حيث تظهر مرارته فى تركيز يقل عن ٠.١ مجم/ كجم. ويعنى الإحساس بالمرارة عند قضم جزء من النبات وجود المرارة فى الثمار كذلك (Horie وآخرون ٢٠٠٧).

هذا .. وتزداد نسبة الثمار المرة فى سلالات الخيار المرة (التى تحمل جين صفة المرارة) عما فى السلالات غير المرة. وقد تبين أن ارتفاع محتوى النيتروجين الكلى ونيتروجين الأحماض الأمينية فى الأوراق يستحث المرارة فى الأوراق والثمار بتحفيز أيض النيتروجين؛ الذى يدعم – بدوره – التمثيل الإنزيمى لليكوكربتسن C، وهو المادة المرة (Kano ٢٠٠٠).

الخضر الجذرية والدرنية

البطاطس

تكون الجليكوألكالويدات

تعريف الجليكوألكالويدات

تعتبر الجليكوألكالويدات Glycoalkaloids مركبات سامة للإنسان والحيوان ؛ وهى توجد فى نباتات العائلة الباذنجانية. ويتكون ٩٥٪ على الأقل من الجليكوسيدات السولانيدنية Solanidine glycosides التى توجد فى أصناف البطاطس التجارية – والتى تعرف مجتمعة

فى البطاطس باسم السولانين – يتكون من ألفا سولانين α-Solanine، وألفاشاكونين α-Chconine؛ وهى مركبات مشتقة من الأجليكون Aglycone سولانيدين (شكل ٦-٢).

شكل (٦-٢): التركيب الكيميائى لجزيئى الألفاسولانين α-Solanine، والألفا شاكونين α-Chaconine (عن Salunkhe & Desal ١٩٨٤).

وقد حظى السولانين باهتمام الباحثين عقب حدوث عدد كبير من حالات التسمم فى ألمانيا عام ١٩٢٢. وقد أرجعت هذه الحالات فى حينها إلى وجود نسبة عالية غير عادية من السولانين فى درنات البطاطس. ويؤدى تعاطى الإنسان نحو ١٠٠ ملليجرام من هذه المادة إلى حدوث اضطرابات هضمية وعصبية شديدة، وصداع. ومن المستبعد أن يتعاطى الإنسان هذه الكمية الكبيرة من السولانين؛ إذ إن نسبته لا تزيد فى الدرنات العادية على ٠,١ – ٠,٥ جزءًا فى المليون، ويزال نحو ٧٠٪ من هذه الكمية عند تقشير الدرنات، كما يزال نحو ٥٠٪ من الكمية المتبقية عند القلى، ولكنه لا يتأثر بالطهى فى الماء المغلى؛ لأنه يبقى ثابتًا فى حرارة تصل إلى ٢٨٠ °م. وعمومًا يجب عدم استهلاك الدرنات التى يزيد فيها تركيز السولانين على ١٥٠ جزءًا فى المليون.

أهمية الجليكوألكالويدات فى الدرنات وسميتها

إن التركيزات المنخفضة من الجليكوألكالويدات الاستيرودية steroidal glycoalkaloids (اختصارًا: SGAs) تُحسن من طعم درنات البطاطس، ولكن زيادة تركيزها عن ٢٠٠ مجم/كجم يمكن أن يكون له تأثيرات سامة على الإنسان والحيوان. ولـ SGAs نشاط مضاد للميكروبات، كما يمكنها إكساب النباتات مقاومة ضد بعض الحشرات، إلا أن معظم آفات البطاطس لا تتأثر بها. ويُحفز بعض الظروف البيئية والجروح من تراكم الـ SGAs بالدرنات فى كل من الحقل والمخازن (Valkonen وآخرون ١٩٩٦).

وعلى الرغم من أن وجود الجليكوألكالويدات (ألفاسولانين وألفاشاكونين) بتركيز يزيد على ٢٠ ملليجرام/ ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة يكسب الدرنات طعمًا مرًا غير مرغوب فيه، إلا أن التركيز الطبيعى لهذه المادة – والذى لا يتعدى عادة ٠.١ جزءًا فى المليون – يكسب الدرنات طعمًا مرغوبًا فيه.

ويُحدث استهلاك البطاطس التى يزيد محتواها من الجليكوألكالويدات على ٢٠ مجم / جم تسممًا يظهر فى صورة آلام معدية، وأعراض غير طبيعية فى الجهازين الدورى والعصبى، وعلى الجلد. وفى حالات قليلة أدى استهلاك كميات كبيرة من الدرنات ذات المحتوى المرتفع من الجليكوألكالويدات إلى الموت فى كل من الإنسان والماشية.

يتكون حوالى ٣٠٪ - ٨٠٪ من السولانين بدرنات البطاطس فى الجلد وتحت الجلد مباشرة. ويعنى ظهور اخضرار تحت الجلد وجود السولانين بالدرنة.

ومن أهم أعراض التسمم بالسولانين التقيؤ والإسهال.

يؤدى التحمير على حرارة ١٧٠ ْم إلى خفض مستوى الجليكوألاكالويدات كثيرًا نظرًا لأنها تنتقل إلى زيت التحمير، كذلك يحدث نفس الأمر عند الطهى فى الماء المغلى لأنها قابلة للذوبان فى الماء (انسيكلوبديا ويكيبيديا – الإنترنت).

هذا .. ولا يوجد السولانين فى ثمار الطماطم الخضراء، وإنما يوجد الألكالويد توماتين tomatine، وهو مركب قليل الخطورة، كما أنه يختفى فى الثمار عند نضجها.

توزيع الجليكوألكالويدات فى أجزاء نبات البطاطس

توجد الجليكوألكالويدات (الألفا سولانين والألفا شاكونين) فى مختلف أجزاء نبات البطاطس، ولكنها تتركز بصفة خاصة فى الأزهار والأنسجة الخضراء (Kingsbury ١٩٦٣)، ويقل تركيزها كثيرًا فى الجذور. ويوضح جدول (٦-١) محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات.

جدول (٦-١)

محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات.

الجزء النباتى	المحتوى (مجم /كجم وزن طازج)
الدرنات	٢٠-٢٠٠
قشرة الدرنة (بعمق ٣مم)	٢٠ - ١٠٠٠
النموات المتكونة فى الضوء	٦٠٠ - ٤٠٠٠
النموات المتكونة فى الظلام	١٠٠٠- ٥٠٠٠
الأوراق	٣٠٠- ٣٠٠٠
السيقان	٣٠ - ١٠٠
الأزهار	٣٠٠٠ - ٥٠٠٠
الثمار	٢٠٠ - ١٥٠٠

يتركز السولانين (ألفا سولانين وألفا شاكونين) فى الدرنات فى الجلد، وحول العيون بصفة خاصة. وتتراوح نسبته فى الدرنات العادية بين ٠,٠١٪ و ٠,١٪ من الوزن الجاف، لكن تعرض الدرنات للأشعة فوق البنفسجية يرفع محتواها من السولانين عدة مرات، وقد يصل التركيز إلى ١,٧٪ فى النبت الجديد. وقد يحتوى النبت وحده على أكثر من ضعف كمية السولانين التى توجد فى باقى أجزاء الدرنة (Burr ١٩٦٦).

ويستدل من دراسات Kozukue وآخرين (١٩٨٧) على أن أعلى تركيز لكل من الألفا سولانين، والألفا شاكونين (فى صنفى البطاطس ماى كوين May Queen، وأيرش كوبلر

Irish Cobbler) كان فى سبلات وبتلات الأزهار. وفى الدرنات .. كان أعلى تركيز للمركبين فى المليمتر السطحى من الدرنة، ثم تناقص تركيزهما تدريجيًا بالاتجاه نحو مركز الدرنة؛ وذلك يعنى أن إزالة الثلاثة إلى الأربعة مليمترات السطحية من الدرنة عند تقشيرها – لأجل طهيها – يؤدى إلى التخلص من معظم الجليكوألكالويدات التى توجد بالدرنة.

ويزداد تركيز الجليكوألكالويدات كثيرًا فى الدرنات الهوائية عما فى الدرنات الأرضية، وقد تراوح التركيز فى الصنف كرزبنك Kerrs Pink بين ٠.١٠٪ و٠.٢٥٪ ولكنه تباين كثيرًا بين الأصناف (Percival & Dixon ١٩٩٦).

العوامل المؤثرة فى محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات

يتأثر محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات (الألفا سولانين والألفا شاكونين، أو – اختصارًا – السولانين)بالعوامل التالية:

١ ـ الصنف:

تختلف الأصناف كثيرًا فى محتوى درناتها من السولانين؛ ففى دراسة أجريت على ٣٢ صنفًا من البطاطس، وجد أن نسبة السولانين تراوحت بين ملليجرامين، و١٣ ملليجرامًا فى ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة. ويصل تركيزها فى بعض الأصناف إلى ٣٥ ملليجرام/ ١٠٠ جم، كما فى الصنف ليناب Lenape؛ وهو صنف توقفت زراعته لهذا السبب؛ حيث لا يحتاج إلى التعرض لظروف بيئية خاصة لكى يرتفع محتوى درناته من السولانين إلى هذا المستوى. هذا .. ويفضل استهلاك درنات الأصناف التى لا يزيد تركيزها الطبيعى من السولانين على ٧ ملليجرامات لكل ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة.

وقد وجد Dale وآخرون (١٩٩٣) أن أصناف البطاطس تختلف فى نسبة محتوى درناتها من الألفا سولانين إلى الألفا شاكونين.

ولكن أيًا كان الصنف، فإن محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات يرتفع كلما زادت مدة تعرض الدرنات للضوء. وعندما كان متوسط شدة الإضاءة اليومى ٢٣٢ ميكرومول umol/ م^{٢} فى الثانية .. فإن تركيز الجليكوالكالويدات ارتفع عن الحد الأقصى المسموح به خلال ثمانية أيام من

التعرض للإضاءة فى الصنفين كرز بنك Kerrs Pink، وديزرية Disiree، وخلال ١٣ يومًا فى الصنف بنتلاند هوك Pentland Hawk (Percival وآخرون ١٩٩٣).

ويرجع التفاوت بين أصناف البطاطس فى محتوى درناتها من السولانين إلى اختلافها فى آبائها البرية التى حصلت منها على بعض صفاتها بالتربية. وتحتوى بعض الأنواع البرية من الجنس *Solanum* على تركيزات عاليةٍ من السولانين؛ مثل *S. chacoense* الذى يبلغ محتوى درناته ٢٣٠ مجم٪، و*S. commersonii* الذى يصل تركيز السولانين فى درناته إلى ٥٠٠ مجم٪. هذا .. وقد استعمل النوع الأول (*S. chacoense*) فى إنتاج الصنف ليناب Lenape الذى توقفت زراعته؛ بسبب ارتفاع محتوى درناته كثيرًا عن الحد الأقصى المسموح به وهو ٢٠ مجم٪.

ولكى لا يزيد محتوى الدرنات على ٢٠ مجم٪ - وهو الحد الأقصى المأمون للاستهلاك الآدمى – فإن التركيز الطبيعى للسولانين فى درنات أى صنفٍ يجب ألا يزيد على ٧ مجم٪؛ فهذا التركيز يعطى البطاطس طعمًا مقبولاً، ولا يضر الإنسان، ويبقى – غالبًا – دون الحد الأقصى المسموح به – وهو ٢٠ مجم٪ – بعد التعرض للظروف التى تحفز زيادة محتوى الدرنات من المركب. وبالمقارنة، فإن التركيز العادى للسولانين فى درنات الصنف ليناب – الذى أوقفت زراعته – بلغ ٣٥ مجم٪.

ويعتبر محتوى الدرنات المنخفض من السولانين صفة متنحية بسيطة فى وراثتها، وذات درجة توريثٍ عاليةٍ؛ ولذا .. يهتم مربو البطاطس بتقدير ومراقبة محتوى الدرنات فى الأجيال الانعزالية خلال مراحل التربية، وخاصة فى برامج التربية التى تُستعمل فيها – كمصادر للصفات المرغوبة – أنواع برية يرتفع محتواها من السولانين. كذلك تجب مراقبة إمكانية انتقال مركبات جليكوألكالويدات أخرى – غير السولانين والشاكونين – من الأنواع البرية إلى البطاطس من خلال التربية (عن Sinden ١٩٨٧، وValkonen وآخرين ١٩٩٦).

٢- التسميد الآزوتى:

أدت زيادة معدلات التسميد الآزوتى من صفر إلى ٣٣٦ كجم نيتروجين / هكتار (١٤١ كجم نيتروجين / فدان) إلى زيادة محتوى الدرنات من الجليكوألكالويدات الكلية عند الحصاد وبعد التخزين لمدة ٣ أو ٩ شهور (Love وآخرون ١٩٩٤).

٣- التجريح:

أدى تجريح الدرنات إلى زيادة تمثيل كل من الألفا سولانين، والألفا شاكونين (Percival & Dixon ١٩٩٦).

٤- التعرض للصدمات:

أدى تعريض درنات البطاطس للصدمات المحدثة للكدمات إلى زيادة تمثيل الجليكوألكالويدات glycoalkaloids فيها بنسبة تراوحت بين ٢٧٪، و ١٣٠٪ حسب الصنف، وكانت معدلات زيادة الجليكوألكالويدات فيها – استجابة للكدمات – متوافقة مع الزيادات النسبية فى الجليكوألكالويدات التى تحدث فى درنات تلك الأصناف استجابة للضوء أو للحرارة المنخفضة. وفى صنفين من خمسة أصناف تم اختبارها – ازداد أيضًا محتوى الدرنات من حامض الكلوروجنك chlorogenic acid استجابة للكدمات (Dale وآخرون ١٩٩٨).

٥- الأضرار الحشرية:

ازداد محتوى درنات البطاطس من كل من الألفا سولانين والألفا شاكونين عندما حدثت أضرار كبيرة للنموات الخضرية للنبات من جراء تغذية حشرة *Leptinotarsa decemlineata* عليها، بينما لم يكن لتغذية حشرة *Empoasca fabae* تأثيرًا فى هذا الشأن (Hlywka وآخرون ١٩٩٤).

٦- الفترة الضوئية أثناء إنتاج المحصول:

تؤدى زيادة الفترة الضوئية إلى إحداث زيادة كبيرة فى محتوى الدرنات من السولانين. وتجدر الإشارة إلى أن الفترة الضوئية الطويلة تؤدى إلى زيادة النمو الخضرى للنبات، وتأخير وضع الدرنات؛ مما يؤدى إلى صغر حجم الدرنات المنتجة، وزيادة نسبة الدرنات غير المكتملة النمو عند الحصاد؛ وهما عاملان لهما تأثيرهما الكبير فى زيادة محتوى الدرنات من السولانين.

٧- درجة الحرارة وشدة الإضاءة أثناء النمو النباتى:

تؤدى الحرارة العالية (٣٢/ ٢٧ °م مقارنة بحرارة ١٧/٢٢ °م) لمدة ثلاثة أسابيع أثناء النمو النباتى إلى إحداث زيادة مقدارها ٩٠٪ فى إنتاج كل من اللبتين leptine، واللبتين ٢ leptine II

فى سلالتى البطاطس ND4382-17، وND4382-19 القادرتان على إنتاج اللبتينات التى تُسهم فى مقاومتهما لخنفساء كلورادو *Leptinotarsa decemlineata*، وكذلك تؤدى الحرارة العالية إلى زيادة إنتاج الجليكوألكالويدات الكلية (السولانين solanine والشاكونين chaconine) بنسبة ١٦٩٪، أما بالنسبة لشدة الإضاءة .. فإن الإضاءة المنخفضة (التى تكون مُخفضة بنسبة ٧٥٪) لمدة أسبوعين أو أربعة أسابيع تُحدث خفضًا جوهريًا فى كل من اللبتين١، واللبتين٢ بنسبة ٤٦٪، والسولانين بنسبة ٤٣٪، والشاكونين بنسبة ٨٣٪، مقارنة بمستويات تلك المركبات فى الإضاءة العالية (Lafta & Lorenzen ٢٠٠٠).

١١- التعرض للضوء بعد الحصاد وأثناء التخزين

ارتفع محتوى درنات البطاطس من الجليكوألكالويدات glycoalkaloids أيًا كان لون جلدها (أبيض كما فى Pentland Hawk، أو وردى كما فى Kerrs Pink، أو أحمر كما فى Desiree) لدى تعرضها لإضاءة بلغت شدتها – فى المتوسط – ٢٣٢ ميكرومول / م٢ فى الثانية، ووصلت تلك الزيادة إلى معدلات تفوق الحد الآمن للاستهلاك فى خلال ثمانى أيام – فقط – فى الصنفين الوردى والأحمر الجلد، وفى خلال ١٣ يومًا فى الصنف الأبيض (Percival وآخرون ١٩٩٦).

وكان تراكم الجليكوألكالويدات glycoalkaloids فى درنات البطاطس أعلى ما يمكن تحت إضاءة من لمبات الصوديوم، بينما كان الكلوروفيل أعلى ما يمكن تحت اللمبات الفلورسنتية ولمبات الصوديوم، عما كان تحت إضاءة من لمبات الزئبق ذات الضغط العالى أو المنخفض. وقد ازداد تركيز كل من الجليكوألكالويدات والكلوروفيل فى أنسجة الدرنة بانتظام مع الوقت ودون أى توقف ما استمر تعرضها للضوء. وبينما أثر التعرض للضوء على نسبة الـ α-chaconine إلى الـ α-solanine، فإنه لم يؤثر جوهريًا على نسبة كلوروفيل أ إلى كلوروفيل ب (Percival ١٩٩٩).

٨- درجة نضج الدرنات:

يبلغ محتوى الدرنات غير الناضجة من السولانين أربعة أمثال محتوى الدرنات الناضجة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف.

٩- حجم الدرنات:

يبلغ محتوى الدرنات الصغيرة من السولانين حوالى ضعف محتوى الدرنات الكبيرة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف.

١٠- المدة من الحصاد وحتى التعرض للضوء:

يتكون السولانين بسرعة أكبر فى الدرنات الحديثة الحصاد عما فى الدرنات المخزنة لدى تعرض أى منهما للضوء.

وعندما كان تخزين البطاطس فى الظلام .. ظل تركيز الجليكوألكالويدات فى الدرنات ثابتًا دون تغير طوال فترة تخزينها من أول يوم حتى انتهاء التجربة فى اليوم الخامس عشر للتخزين، وذلك فى جميع الأصناف المختبرة، ولم يتعد محتوى الجليكوألكالويدات فيها التركيز الآمن وهو ٢٠٠ مجم/ كجم وزن طازج (Percival وآخرون ١٩٩٩).

١٢- مدة التخزين:

يزداد تراكم السولانين فى الدرنات أثناء التخزين.

هذا .. وتتداخل بعض العوامل السابقة فى التأثير على محتوى الدرنات من السولانين؛ فالدرنات الصغيرة — وهى التى يزيد محتواها من السولانين عن الدرنات الكبيرة — يزيد فيها كذلك السطح الخارجى المعرض للضوء بالنسبة لكل وحدة وزن من الدرنة عما فى الدرنات الكبيرة، كما تكون بعض الدرنات الصغيرة الحجم غير مكتملة التكوين؛ الأمر الذى يصعب معه الفصل بين عاملى صغر حجم الدرنات وعدم اكتمال تكوينها فى التأثير على محتواها من السولانين.

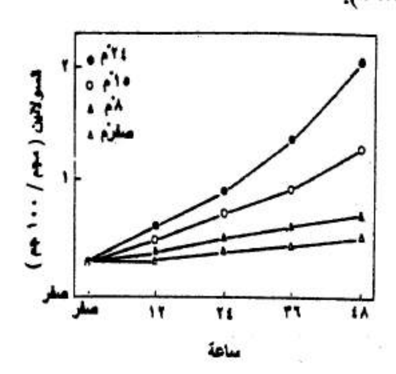
وقد وجد Love وآخرون (١٩٩٤) أن متوسط المحتوى الكلى من الجليكوألكالويدات فى درنات ثلاثة أصناف من البطاطس كان ٢,٩ مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج قبل شهر من الحصاد، و١,٣ عند

الحصاد، و٥,٢ بعد ثلاثة شهور من التخزين، و٥,٥ بعد تسعة شهور من التخزين. وتبين من ذلك أهمية التخزين فى زيادة محتوى الدرنات من السولانين، وقد كانت الزيادة مع التخزين فى حرارة ١٠°م أعلى منها فى حرارة ٤,٤°م.

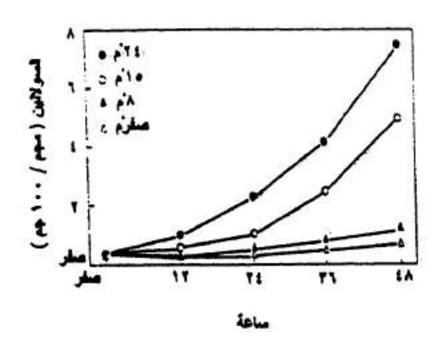
ويؤدى تعريض الدرنات للضوء بعد الحصاد مباشرة إلى زيادة محتواها من السولانين بنحو ١٠ أضعاف، بينما تكون الزيادة بنحو ٢ - ٣ أضعاف فقط فى الدرنات التى تخزن فى الضوء لفترة قصيرة. هذا .. إلا أن التخزين لفترات طويلة – حتى لو كان فى الظلام – يؤدى أحيانًا إلى زيادة محتوى الدرنات من السولانين، وخاصة إذا صاحب ذلك إنبات فى براعم الدرنات. ولكن متى أزيلت النموات، فإنه لا توجد خطورة من استهلاك الدرنات التى خزنت لفترات طويلة.

١٠ - درجة الحرارة وشدة الإضاءة أثناء التخزين:

يزداد معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس – فى الظلام – مع كل ارتفاع فى درجة الحرارة بين الصفر المئوى، و٢٤°م (شكل ٦-٣)، ولكن هذه الزيادة ترتفع بمقدار حوالى أربعة أضعاف عندما يكون التعرض لمختلف درجات الحرارة فى الضوء (شكل ٦-٤) (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).



شكل (٦-٣): تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس فى الظلام.



شكل (٦-٤): تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين فى درنات البطاطس فى إضاءة شدتها ٢٠٠ قدم – شمعة.

هذا .. ولا تتحلل الجليكوألكالويدات – التى تتكون فى الدرنات أثناء تخزينها فى الضوء – بمضى الوقت عند تخزينها فى الظلام (Percival وآخرون ١٩٩٣).

ويتبين من دراسات Shabana وآخرين (١٩٨٧) أن أعلى تركيز للسولانين كان فى قشرة درنات البطاطس (من صنفى ألفا وكنج إدوارد) المخزنة فى الضوء مقارنة بالمخزنة فى الظلام، والمخزنة فى درجة حرارة الغرفة مقارنة بتلك المخزنة فى حرارة ٥ْم.

وقد أدت معاملة الدرنات بالشمع (فى حرارة تراوحت بين ٦٠ْم و١٦٠ْم)، أو الزيت (فى حرارة تراوحت بين ٢٥ْم و١٠٠ْم)، أو الماء (فى حرارة تراوحت بين ٢٥ْم و١٠٠ْم) إلى تثبيط تكوين السولانين مقارنة بالكنترول، وازداد تأثير هذه المعاملات بزيادة درجة حرارة المعاملة.

وتجدر الإشارة إلى أن تعريض درنات البطاطس للضوء يُحدث – كذلك – زيادة جوهرية فى محتواها من حامض الكلوروجنيك Chlorogenic Acid، ترتبط بكل من المحتوى الأصلى للدرنات من الحامض، وبمعدل تكوين الجليكوألكالويدات لدى تعريض الدرنات للضوء (Griffiths وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن الجليكوألكالويدات التى تتكون فى درنات البطاطس يراجع Valkonen وآخرين (١٩٩٦).

البطاطا

محتوى الجذور والنموات الخضرية من المثبطات الإنزيمية

تستعمل النموات الخضرية للبطاطا كعلف للحيوانات الزراعية فى عديد من دول العالم، وهى تعد أقل محتوى من الجذور فى السعرات الحرارية، ولكنها تفوق الجذور فى محتوى البروتين كمًا ونوعًا؛ فيبلغ متوسط محتوى البروتين الخام فى النموات الخضرية للبطاطا حوالى ٢٠٪ على أساس الوزن الجاف، وهى تقدم كعلف دونما إعداد مسبق لها، ويبدو أن الحيوانات المجترة تهضمها بسهولة.

وبالنسبة لجذور البطاطا .. فإن حوالى ٣٥٪ - ٤٠٪ من المحصول العالمى يستعمل كغذاء للحيوان. تقدم هذه الجذور للحيوانات إما طازجة، وإما بعد تجفيفها فى الشمس، وإما على صورة علف سلوَه silage.

وفى البطاطا – كما فى عديد من الأنواع النباتية الأخرى – توجد عديد من البولى ببتيدات polypeptides والبروتينات التى تعد بمثابة مثبطات للإنزيمات الهاضمة للبروتين؛ فهى تعيق أيض البروتين، ومن بينها تلك التى تعرف باسم مثبطات التربسن trypsin inhibitors (عن Zhang وآخرين ١٩٩٨).

وقد وجد Zhang وآخرون (١٩٩٨) أن مثبطات نشاط التربسن ربما تكون عالية فى جذور البطاطا إلى درجة أنها يمكن أن تُحدث تأثيرات غذائية سلبية على الحيوانات، بينما لا تتواجد تلك المثبطات فى النموات الخضرية بأى تركيزات ملموسة يمكن أن تشكل أى مشاكل غذائية للحيوانات؛ فقد تراوح متوسط نشاط مثبط التربسن بين ٢٩,٥، و٥٥,٠ وحدة بمتوسط قدره ٤٠,٧ وحدة، بما يعادل حوالى ٢٨٪ من متوسط نشاط المثبط فى خمسة أصناف من فول الصويا، بينما كان نشاط المثبط فى النموات الخضرية حوالى ١٤,٦٪ من نشاطه فى الجذور.

الخضر الورقية

الخس

النترات

يعتبر الخس من الخضر الورقية التى يمكن أن تحتوى على تركيزات عالية من النترات، علمًابـأن تنـاول الإنسـان للنتـرات بكميـات كبيـرة فـى غذائـه يـرتبط بكـل مـن مـرض الـ methaemoglobinaemia والإصـابات السـرطانية التـى تحـدثها الـ nitrosamines (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد حددت منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى الآمن لكميات النترات والنتريت التى يمكن للإنسان تناولهما يوميًا فى غذائه بمقدار ٣,٧٥ مجم من النترات/ كجم من وزن الجسم، و٠,١٣ مجم نتريت/ كجم.

ونظرًا لأن مستوى النترات يمكن أن يزداد فى ظروف الإضاءة الضعيفة فقد حددت وزارة الصحة الهولندية الحد الأقصى المقبول لمحتوى النترات فى أوراق الخس الطازجة بمقدار ٣,٥ جم/ كجم خلال الفترة من أول أبريل إلى آخر أكتوبر، و٤,٥ جم/كجم خلال الفترة من أول نوفمبر إلى آخر مارس (Reinink & Groenwold ١٩٨٧).

ويتأثر محتوى النترات فى نباتات الخس بالعوامل التالية

١- الصنف:

تختلف أصناف الخس كثيرًا فى محتواها من النترات (Reinink & Groenwold ١٩٨٧).

فمـثلاً .. كـان محتـوى الصـنف Green Ice مـن النتـرات أقـل مـن محتـوى الصـنف Diamante بمقدار ٢٠٪- ٣٩٪ حسب تاريخ الحصاد، بينما كانت خمسة أصناف أخرى وسطًا فى محتواها من النترات (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وقدر متوسط محتوى النترات فى خمسة أصناف من طراز الآيس برج بحوالى ٩٢٥ ± ١٦٦ جزءًا فى المليون (Drews وآخرون ١٩٩٧).

واختلفت أصناف الخس فى محتواها من النترات، وكان الصنف Timpa هو الأقل محتوى من بين أربعة أصناف تم اختبارها (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

٢- شدة الإضاءة:

كان محتوى خس الزراعات المحمية من النترات أعلى من محتوى الخس المنتج فى الحقول المكشوفة (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وأدى توفير إضاءة صناعية إضافية للخس فى الدانمارك إلى زيادة النمو النباتى، وتبكير الحصاد، وحدوث نقص جوهرى فى مستوى النترات بالنباتات (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وأمكن خفض مستوى النترات فى الخس بتعريض النباتات قبل حصادها لإضاءة مستمرة منبعثة من لمبات حمراء وزرقاء (Wanlai وآخرون ٢٠١٣).

٣- مستوى التسميد الآزوتى:

حدث انخفاض جوهرى فى محتوى الخس من النترات عندما استعملت أسمدة بطيئة التيسر slow release fertilizers مقارنة بالمحتوى النتراتى للنباتات عندما استعملت الأسمدة العادية (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

وعلى الرغم من أن الوزن الطازج لنباتات الخس لم يتأثر بمعدل التسميد الآزوتى، فقد وجد ارتباط إيجابى بين محتوى النترات ومعدل التسميد الآزوتى، وكان النقص الذى حدث فى مستوى النترات فى النبات عند المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتى مصاحبًا بزيادات فى محتوى العصير النباتى من كل من الكلوريد، والجلوكوز، والسكروز (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

ولقد حُصِلَ على أعلى مستوى للنترات فى أوراق الخس (٥٧٢ – ٦٦٤ مجم/ كجم) عندما كان التسميد بمستويات متوسطة أو عالية من الأسمدة الآزوتية غير العضوية، وكانت تلك المستويات أعلى جوهريًا عما كان عليه الحال عندما كان التسميد بالأسمدة العضوية (٢٥٣- ٤٣٥ مجم/ كجم)؛ علمًا بأن كل مستويات النترات المتحصل عليها كانت أقل من

الحدود القصوى المسموح بها فى الاتحاد الأوروبى؛ الأمر الذى قد يكون مرده إلى زيادة شدة الإضاءة والفترة الضوئية فى جنوب اليونان، حيث أجريت تلك الدراسة (Pavlou وآخرون ٢٠٠٧).

ويزداد تراكم النترات فى أوراق الخس الرومين بزيادة تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى (فى المزارع المائية)، ويزداد التراكم فى الأوراق الداخلية عما فى الأوراق الخارجية فى التركيز المنخفض للنيتروجين فى المحلول المغذى (٢٠ جزء فى المليون)، والعكس صحيح فى التركيزات العالية (١٤٠، و ٢٠٠، و٢٦٠ جزء فى المليون). ويزداد تراكم النترات فى العرق الوسطى وفى الجزء القاعدى من الأوراق عما فى باقى أجزاء الورقة. ولقد كان أفضل تركيز للنترات فى المحلول المغذى هو ٢٠٠ جزء فى المليون، وهو الذى أعطى أعلى محصول، بينما كان تركيز النترات فى الخس المنتج فى الحدود المسموح بها للاستهلاك. هذا .. وقد كان محتوى فيتامين ج والكلوروفيل أعلى ما يمكن عند الحصاد، ثم انخفض تدريجيًا خلال فترة التخزين التى استمرت لمدة ١٠ أيام على ٥ أو ١٠ °م (Konstantopoulou وآخرون ٢٠١٠).

٤- مستوى النيتروجين النتراتى إلى النيتروجين الأمونيومى فى الأسمدة والمحاليل المغذية وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة، ودرجة الحرارة، وعمر النبات:

عندما كانت شدة الإضاءة منخفضة شتاء (فى هولندا) ازداد محتوى الخس من النترات كثيرًا عما كان عليه الحال صيفًا. وقد انخفض تراكم النترات عند إحلال النيتروجين الأمونيومى محل ٢٠٪ من النيتروجين النتراتى، وازداد الانخفاض فى محتوى الخس من النترات بزيادة إحلال النيتروجين الأمونيومى محل النتراتى قبل الحصاد بأسابيع قليلة، بينما لم يتأثر الوزن الطازج للرؤوس. وعندما خُفِّضَ تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى شتاء من ١٠ إلى ٢.٥ مللى مول / لتر فإن ذلك لم يؤثر تأثيرًا يذكر لا على نمو الخس ولا على محتواه من النترات، ولكن اتخاذ ذلك الإجراء خلال الربيع أو الصيف أحدث نقصًا فى كل من النمو النباتى ومحتوى الرؤوس من النترات. وأدى رفع حرارة المحلول المغذى مع خفض حرارة الهواء (فى محاولة لخفض تكاليف التدفئة) إلى تحسّن فى النمو، ولكن مع زيادة فى تركيز النترات فى الرؤوس،

الرؤوس، مما ألغى جزئيًا الأثر الذى أحدثه إحلال النيتروجين الأمونيومى محل النترات (Van Der Boon وآخرون ١٩٩٠).

كما أمكن إنتاج – الخس – تحت ظروف الإضاءة المنخفضة فى الزراعات المحمية شتاء فى هولندا – بأقل مستوى من النترات (وهو ٢٩٠٠ جزء فى المليون، بينما الحد الأقصى المسموح به للنترات بالخس شتاءً فى هولندا هو ٤٥٠٠ جزء فى المليون) وذلك باستعمال محلول مغذٍ (فى مزارع تقنية الغشاء المغذى) تبلغ فيه نسبة الأمونيوم إلى النترات ١ : ٣ حتى الأسبوعين الأخيرين قبل الحصاد ثم استعمال النيتروجين الأمونيومى فقط حتى الحصاد، علمًا بأن هذه المعاملة لم تؤثر على المحصول. هذا .. وقد أدى رفع حرارة المحلول المغذى ليلاً من ٦ إلى ١٠°م مع حرارة هواء قدرها ٦°م إلى تنشيط النمو، ولكن مع إحداث زيادة فى المحتوى النتراتى بمتوسط قدره ٣٦٠ جزءًا فى المليون. أما زيادة الإضاءة بمقدار ٢٧ ميكرومول/م٢ فى الثانية (فى المدى الموجى ٤٠٠ – ٧٠٠ نانوميتر) ليلاً حتى ثمان ليال قبل الحصاد فإنها لم تؤثر على محتوى النترات على أساس الوزن الطازج (Steingrover وآخرون ١٩٩٣).

وباستعمال نسب نترات : أمونيوم فى المحاليل المغذية تراوحت من ١٠٠ : صفر حتى ٢٥ : ٧٥ انخفض محتوى الأوراق من النترات مع كل زيادة فى نسبة الأمونيوم، ولكن أعطت نسبة ٧٥ : ٢٥ (نترات : أمونيوم) أعلى معدلات النمو (Gabr ١٩٩٩).

وبينما أدت تغذية الخس حتى الحصاد بمحلول غذائى كامل إلى ارتفاع محتواه من النترات إلى ١٥٥٠ جزءًا فى المليون (وهو مستوى يقل عن الحد الأقصى المسموح به)، فإن حذف النيتروجين من المحلول المغذى بعد ٥٠ يومًا من الزراعة وحتى الحصاد بعد ذلك بثمانية عشر يومًا أدى إلى نقص كل من المحصول الطازج ومحتوى النترات، حيث كانت النباتات المسمدة بالمحلول الغذائى الكامل أعلى محصولاً بنسبة ٢٠٪، وأعلى فى محتوى النترات بنسبة ٦٤٪ (Magnani & Oggiano ١٩٩٧).

وقد أدى خفض النيتروجين النتراتى من ٢٦٠ إلى ٢٠٠ كجم N للهكتار (من ١٠٩ إلى ٨٤ كجم N للفدان) إلى خفض محتوى النترات جوهريًا بينما لم يتأثر المحصول، وأدى مزيد

من الخفض فى النيتروجين النتراتى إلى ١٢٠ كجم للهكتار (٥٠ كجم للفدان) إلى إحداث خفض آخر جوهرى فى النترات ولكنه كان مصاحبًا بنقص جوهرى أيضًا فى المحصول. وأدى استبدال ٤٠٪ من النيتروجين النتراتى المستعمل بنيتروجين أمونيومى إلى خفض محتوى النترات جوهريًا دون التأثير على المحصول. وقد أمكن تحسين تأثير استعمال النيتروجين الأمونيومى بالمعاملة – كذلك – بمثبط النترتة dicyandiamide (McCall & Willumsen ١٩٩٨).

٥- المعاملة بالنيكل:

للمعاملة بالنيكل تأثيرات إيجابية على أيض النيتروجين فى النباتات التى تمد باليوريا كمصدر للنيتروجين. ولقد أدى رش نباتات الخس بالنيكل على صورة $NiCl_2$ أو على صورة معقد من النيكل مع اليوريا إلى زيادة نشاط إنزيم اليوريز urease، وخفض تراكم اليوريا بالنموات الخضرية، وكذلك خفض محتوى الأوراق من النترات (Hosseini & Khoshgoftarmanesh ٢٠١٣).

٦- عمر النبات والوقت من اليوم عند الحصاد، وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة ودرجة الحرارة:

انخفض محتوى النترات فى ١٠ أصناف زراعات محمية من مجموعة خس الرؤوس ذات المظهر الدهنى من ٣٣٣٠ جزءًا فى المليون (على أساس الوزن الطازج) فى مرحلة بداية تكوين الرأس إلى ١٦٥٠ جزءًا فى المليون عند وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو المناسبة للحصاد، بينما كان الانخفاض بنسبة ٣٥٪ فى ١٢ صنفًا للزراعات الحقلية من المجموعة ذاتها. كذلك كان محتوى النترات فى الزراعات الحقلية أقل – فى جميع مراحل النمو – مما فى الزراعات المحمية. ويستدل من ذلك على إمكان الحصول على خس تنخفض فيه نسبة النترات بإنتاجه فى زراعات حقلية، مع حصاده بعد اكتمال نمو رؤوسه (Drews وآخرون ١٩٩٦).

وقد وجد أن محتوى النترات فى الخس كان فى أدنى مستوياته خلال النصف الثانى من اليوم؛ مما يعنى أهمية إجراء الحصاد خلال تلك الفترة. وقد كان لشدة الإضاءة وتركيز ثانى

أكسيد الكربون فى الهواء الجوى تأثيرًا جوهريًا على محتوى النباتات من النترات. وأفاد تعريض النباتات لإضاءة مستمرة مع زيادة طفيفة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء خلال المرحلة الأخيرة من نموها فى تخفيض محتواها من النترات (Volkova & Kudums ١٩٩٦).

هذا إلا إنه فى ظروف الإضاءة الضعيفة (٤٠٥ واط ساعة /م٢) والحرارة المنخفضة (١٠,٤ – ١٣,٤ °م على مدى اليوم الكامل)، فإن مستوى النترات لم يتغير بتغير موعد الحصاد (Siomos ٢٠٠٠).

تراكم الكادميم

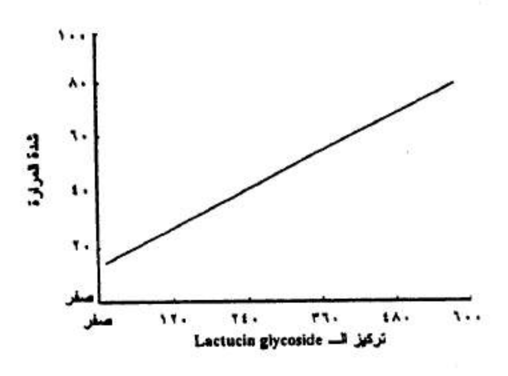
يتراكم التلوث بالكادميم فى الأراضى الزراعية؛ الأمر الذى قد يكون له تداعيات ضارة على أمان الغذاء. ويعد الخس من الخضر التى يمكن أن يتراكم الكادميم فى أنسجتها. وقد وجد أن التركيزات المنخفضة من الكادميم فى المحلول المغذى للخس (٠,١ ميكرومول كلوريد كادميم $CdCl_2$) يحفز نموه، بينما أضعفت التركيزات العالية (٣,٠، و١٥,٠ ميكرومول كلوريد كادميم) نمو النباتات، بينما تباين صنفان من الخس فى قدرتهما على تجميع الكادميم بأنسجتهما. وقد بلغ تراكم الكادميم فى أوراق الخس النامى فى وجود ١٥,٠ ميكرومول من كلوريد الكادميم ١٠٠ ضعف أقصى تركيز للعنصر فى منتجات الخضر المعروضة بالأسواق، ولكن دون أن تظهر عليه أية أعراض غير طبيعية مثل الاصفرار أو التحلل (Zorrig وآخرون ٢٠١٣).

المركبات المسئولة عن المرارة

تعد المرارة من أهم الصفات التى تؤثر سلبيًا فى جودة الخس، وهى ترجع إلى محتوى الخس من مركبات الـ: sesquiterpene lactones، وأهمها المركب lactucin glucoside (شكلا ٦-٥، و ٦-٦)، هذا وتزداد المرارة بشدة عندما يبدأ النبات فى الحنبطة.

	R
Lactucin	-OH
8-Deoxylactucin	-H
Lactucopicrin	-OC(=O) $CH_2C_6H_4OH$

شكل (٦-٥): التركيب الكيميائى للـ **sesquiterpene lactones** التى توجد فى الخس.



شكل (٦-٦): العلاقة بين محتوى الخس من الـ **lactucin glucoside** وشدة المرارة (عن **Ryder** ١٩٩٩).

يؤدى تجريح أوراق الخس أو سيقانه إلى انطلاق سائل نباتى لبنى latex إلى السطح. وبفحص هذا السائل كانت مكوناته الرئيسية هى : الـ 15-oxalyl، والـ 8-sulfate للـ guaianolide sesquiterpene lactones التالية: الـ lactucin، والـ deoxylactucin، والـ lactucopicrin. وبينما كانت الأوكسالات غير ثابتة وتعود إلى الـ sesquiterpene lactone الأصلى بالتحلل، فإن الكبريتات كانت ثابتة. هذا .. ولم تكن لهذه المركبات علاقة بمقاومة الآفات على الرغم من إمكان حث الخس لإنتاج الفيتوألاكسين lettucenin A، وهو – كذلك – عبارة عن sesquiterpene lactone (Sessa وآخرون ٢٠٠٠).

السبانخ

النترات

وجدت اختلافات وراثية بين أصناف السبانخ، والخس، والفجل، والفاصوليا الخضراء فى محتواها من النترات. وتعد السبانخ أكثر الخضروات احتواءً على النترات، خاصة فى أعناق الأوراق التى يزيد محتواها من النترات عدة أضعاف عن محتوى الأنصال. ويعنى ذلك أن التخلص من أعناق الأوراق عند إعداد السبانخ للطهى، أو للتصنيع يؤدى إلى التخلص من جزء كبير من النترات (Maynard وآخرون ١٩٧٦).

وقد تراوحت نسبة النترات فى أوراق ثلاثة أصناف من السبانخ من ٠,٠٤٥٪ إلى ٠,١٧٪ على أساس الوزن الجاف. وعلى الرغم من التفاوت الكبير المشاهد بين الأصناف فى محتواها من النترات.. إلا أن المستوى يعد منخفضًا – بوجه عام – ولا يمكن أن يضر الشخص البالغ (Barker وآخرون ١٩٧٤، Maynard & Barker ١٩٧٤).

وتراوح تركيز النترات فى الأوراق الطازجة لصنفين من السبانخ بين ٢٤٠٠، و٢٥٠٠ جزء فى المليون (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وفى محاولة لمعرفة طبيعية الاختلافات بين الأصناف فى قدرتها على تراكم أيون النترات بها .. وجد Olday وآخرون (١٩٧٦) ان نشاط إنزيم نترات رد كتيز NO_3^- reductase كان أقل فى الصنف أميركا مما فى الصنف هجين ٤٢٤ Hybrid 424، علمًا بأن النترات تتراكم فى جذور الصنف الأول وأوراقه بدرجة أكبر عما فى الصنف الثانى.

ويرتبط محتوى نباتات السبانخ من النترات – إيجابيًا – بصورة جوهرية – بنسبة الساق – فى النباتات التى يتم حصادها من مختلف الأصناف، ولكنه لا يرتبط بدرجة تجعد الأوراق (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

كما يرتبط تركيز النترات فى أعناق أوراق السبانخ جوهريًا – بصورة إيجابية – مع كل من الوزنين الطازج والجاف للنمو الخضرى، والكمية الكلية للرطوبة فى النمو الخضرى، ولم تكن تلك العلاقة قائمة بالنسبة لمحتوى أنصال الأوراق من النترات (Huang وآخرون ٢٠١٠).

وتتراكم النترات فى السبانخ مع زيادة التسميد الآزوتى، وفى الضوء عنه فى الظلام، وفى الأيام المشمسة عنه فى الأيام الملبدة بالغيوم.

وعلى الرغم من ازدياد محتوى أوراق السبانخ من كل من النترات nitrate والنتريت nitrite مع زيادة مستوى التسميد الآزوتى، فإن مستواهما ظلّ فى الحدود الآمنة التى تحددها بعض الدول. وأدى استعمال المصادر العضوية للنيتروجين إلى إنتاج أفضل نوعية من السبانخ بأقل محتوى من النترات (Martinetti ١٩٩٥).

وقد حاول Mills وآخرون (١٩٧٦) التوصل إلى مستوى التسميد الآزوتى، الذى يعطى أكبر محصول مع أقل نسبة ممكنة من أيون النترات، واستخدموا فى هذه الدراسة الصنف أميركا America، الذى تتراكم فيه النترات بدرجة عالية، وكانت نتائجهم كما يلى:

١- كان تراكم النترات فى الأوراق أقل عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت، عما كانت عليه الحال عند التسميد بنترات البوتاسيوم. وكان ذلك مصحوبًا – أيضًا – بنقص فى المحصول، وربما كان ذلك بسبب تسمم النباتات بأيون الأمونيا من جرّاء زيادة التسميد النشادرى.

٢- أدت المعاملة بالنيترابيرن nitrapyrin – وهو مركب مثبط لعملية النترتة Nitrification Suppressor – إلى نقص كبير فى محتوى الأوراق من النترات. وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى المحصول الكلى عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت، لكنه لم

تكن للمعاملة أى تأثير على تراكم النترات، وكان تأثيرها على المحصول قليلاً عندما كان التسميد بنترات البوتاسيوم.

٣ـ تحققت أفضل النتائج لدى إضافة نصف الآزوت فى صورة أمونيا، والنصف الآخر فى صورة نترات؛ حيث تساوى المحصول فى هذه الحالة مع إضافة الآزوت كله فى صورة نترات فقط، وكان ذلك مصحوبًا بنقص تراكم النترات بنسبة ٣٥٪ فى حالة عدم المعاملة بالنيترابيرن، وبنسبة ٥٠٪ عند المعاملة به. كما لم تكن لمعاملة النيترابيرن أى تأثير سلبى على المحصول.

وقد أدت زيادة قوة المحلول المغذى للسبانخ فى مزرعة مائية إلى ٥ ديسى سيمنز/م dS/m إلى زيادة الوزن الطازج للأوراق جوهريًا. وبينما لم تؤثر زيادة تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين، أو الفوسفور، أو البوتاسيوم) فى النمو، فإن إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى المحلول المغذى بقوته القياسية (٢,٣ ديسى سمينز/م) حفزت النمو النباتى بدرجة توقفت على الرطوبة النسبية، وحدثت أفضل معدلات نمو عند إضافة كلوريد الصوديوم بتركيز جرامين/ لتر عند رطوبة نسبية ٧٥ ± ٥٪، أو بتركيز جرام واحد/ لتر عند رطوبة نسبية ٦٠ ± ٥٪. وقد كان فقد الرطوبة من الأوراق بعد الحصاد أعلى فى نباتات الكنترول عما فى تلك التى نمت فى وجود كلوريد الصوديوم. هذا ولم تؤثر المعاملة بكلوريد الصوديوم على محتوى أوراق السبانخ من أى من أيونى الأوكسالات أو النترات (**Masuda & Momura** ١٩٩٧).

الأوكسالات

تتباين أصناف السبانخ فى محتوى أوراقها من حامض الأوكساليك الذائب، حيث تراوح – على سبيل المثال – بين ٥٦٠ مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج فى الصنف **Lead**، و ٧٤٠ مجم فى الصنف **Magic**، كما تباينت نسبة حامض الأوكساليك الذائب إلى الكلى من ٠,٨٠٠ إلى ٠,٨٧١ فى الصنفين على التوالى (**Watanabe** وآخرون ١٩٩٤). وعمومًا .. فإن محتوى الأوراق من الأوكسالات ينخفض فى الأصناف السريعة النمو مقارنة بالأصناف البطيئة النمو، على الرغم من عدم وجود ارتباط بين معدل النمو النسبى للأوراق ومحتواها من الأوكسالات (**Hirooka & Sugiyama** ١٩٩٢).

وينخفض تركيز محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات كلما بعدت الورقة عن قاعدة النبات، وتتباين الأصناف فى شدة هذا الانخفاض، فهو – على سبيل المثال – يكون شديدًا فى الصنفين Okame، وKyoho، ولكنه يكون قليلاً فى الصنف Virofly (Okutani & Sugiyama ١٩٩٤)، كما ينخفض المحتوى جوهريًا بزيادة الوزن الطازج للأوراق، ومن ثم يختلف المحتوى باختلاف الحشات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

ويرتبط محتوى السبانخ من حامض الأوكساليك سلبيًا – بصورة جوهرية – مع نسبة الساق فى النباتات التى يتم حصادها بمختلف الأصناف، ويرتبط إيجابيًا بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل وبمدى دكنة لونها الأخضر، علمًا بأن دكنة اللون الأخضر ترتبط إيجابيًا – كذلك – بالمحتوى الكلوروفيللى (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

ووجد عند زراعة ١٨٢ صنفًا من السبانخ فى أربع عروات (ربيعية وصيفية وخريفية وشتوية) تحت ظروف الحقل فى Hiratsuka باليابان أن متوسط عدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد تراوح من ٣٢.٧ يومًا فى العروة الصيفية إلى ٨٥.٧ يومًا فى العروة الشتوية.

ولقد كان متوسط تركيز النترات فى السبانخ أقل جوهريًا فى العروة الشتوية (٣٧٩٧ مجم/كجم وزن طازج)، مقارنة بالعروات الثلاث الأخرى (٤١٢٢ – ٤٣٢٨ مجم/كجم وزن طازج)، وهى التى لم تختلف فيما بينها جوهريًا فى متوسط مستوى النترات.

وبالمقارنة .. فإن تركيز الأوكسالات أظهر تباينات فصلية واضحة، حيث كان أقل تركيز فى العروة الخريفية (٦١٤٩ مجم /كجم وزن طازج)، ثم فى العروة الصيفية (٧٥٢٥ مجم/ كجم وزن طازج)، فالعروة الربيعية (٨٩٠٣ مجم/كجم وزن طازج)، وكان أعلى تركيز فى العروة الشتوية (١٠٩٢٩ مجم/ كجم وزن طازج).

ولقد أظهر التركيز النسبى للنترات ارتباطًا سلبيًا وسطًا مع عدد الأيام النسبى من الزراعة إلى الحصاد (r : ٠.٤١١)، بينما أظهر التركيز النسبى للأوكسالات ارتباطًا إيجابيًا قويًا مع عدد الأيام النسبى من الزراعة إلى الحصاد (r : ٠.٥٦٦). وترتب على ذلك ظهور ارتباط سلبى وسط (r : ٠.٣٢٥) بين تركيزى النترات والأوكسالات.

كذلك فإن أصناف السبانخ السريعة النمو كانت الأعلى محتوى من النترات والأقل محتوى من الأوكسالات، بينما كان العكس فى الأصناف البطيئة النمو. ويعنى ذلك أن معدل نمو السبانخ يؤثر فى محتواها من كل من النترات والأوكسالات، وأن محصول السبانخ الذى يكون الأقل محتوى من أى منهما يكون الأعلى محتوى من الآخر (Kaminish & Kita وآخرون ٢٠٠٦).

ويزداد تركيز الأوكسالات الكلية والذائبة وغير الذائبة فى أنصال أوراق السبانخ عما فى أعناقها، ويكون التركيز أقل ما يمكن فى الجذور، علمًا بأن معظم الأوكسالات توجد فى السبانخ فى صورة ذائبة. وقد ازداد تركيز الأوكسالات الذائبة فى الأوراق بزيادة تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى حتى وصل إلى ٨ مللى مول/ لتر، ثم انخفض تركيز الأوكسالات بزيادة تركيز النيتروجين عن هذا المستوى. وعند مستوى ثابت من النيتروجين أدت زيادة الكالسيوم فى المحلول المغذى إلى خفض محتوى الأوكسالات الذائبة فى الأوراق، وكان أقل تركيز من الأوكسالات الكلية عند وجود الكالسيوم فى المحلول المغذى بتركيز ٥ مللى مول/ لتر. وقد احتوت الأوراق وأعناق الأوراق على أقل تركيز من الأوكسالات الكلية وأقل نسبة من الأوكسالات الذائبة عندما كان تركيز النيتروجين والكالسيوم فى المحلول المغذى ٨، و٥ مللى مول/لتر، على التوالى (Zhang وآخرون ٢٠٠٩).

ويزيد محتوى أوراق السبانخ من حامض الأوكساليك بزيادة التسميد البوتاسى والنيتروجينى، ويقل بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتى (Regan وآخرون ١٩٦٨). كما يزيد تركيز حامض الأوكساليك بانخفاض درجة الحرارة (Ryder ١٩٧٩).

كما وجد أن محتوى الأوكسالات الكلى والذائب انخفضا بزيادة نسبة الأمونيوم إلى النترات فى المحلول المغذى (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

ولقد انخفض محتوى النموات الخضرية للسبانخ من الأوكسالات – فى صورها المختلفة – مع انخفاض نسبة النيتروجين النتراتى NO_3^- إلى النيتروجين الأمونيومى NH_4^+ – من نسبة ١٠٠ إلى صفر حتى نسبة صفر : ١٠٠. ولقد كان تركيز الأوكسالات الكلى والأوكسالات الذائبة أقل ما يمكن

عندما كانت نسبة NO_3^- إلى NH_4^+ ٥٠ : ٥٠، بينما استمر تركيز الاوكسالات غير الذائبة فى الانخفاض مع استمرار انخفاض نسبة NO_3^- إلى NH_4^+ عن ٥٠ : ٥٠ (Zhang وآخرون ٢٠٠٥).

وكان للأسمدة البطيئة التيسر تأثيرًا جيدًا على محتوى الأوراق من الأوكسالات، حيث انخفض محتوى حامض الأوكسالات عندما سمدت النباتات باليوريا المغطاة بالكبريت، أو بسلفات الأمونيوم المغطاة بالكبريت مقارنة بمحتواها عندما كان التسميد بسلفات الأمونيوم العادية (Takebe وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تظليل النباتات بنسبة ٣٠٪ أو ٥٠٪ من الإنبات حتى الحصاد إلى نقص محتوى السبانخ من كل من الأوكسالات وحامض الأسكوربيك (Nakamoto وآخرون ١٩٩٨).

كذلك ازداد تركيز حامض الأوكساليك مع الانخفاض فى درجة الحرارة (عن Ryder ١٩٧٩).

هذا .. وبينما لا يؤثر حامض الأوكساليك تأثيرًا يذكر على ضبط الضغط الإسموزى فى النبات، فإن أوكسالات البوتاسيوم تلعب دورًا رئيسيًا فى هذا الشأن (Sugiyama وآخرون ١٩٩٩).

الكرفس

النترات

قدر محتوى النيتروجين النتراتى بالجزء فى المليون على أساس الوزن الجاف بنحو ٤.٩ فى جذور الكرفس، و٣.٠١ فى أعناق الأوراق، و١٤.٤ فى أنصال الأوراق (عن Rubatzhy وآخرين ١٩٩٩).

الهندباء

النترات

ازداد محتوى أوراق الهندباء من النترات من ٤١٥٧ إلى ٥٦٣٤ مجم/ كجم – على أساس الوزن الطازج – وذلك عند زيادة تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى من ٨ إلى ١٦ مللى مول.

كذلك ازداد محتوى النترات من ٤١١٦ إلى ٥٦٧٦ مجم/ كجم بتغيير نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى فى المحلول المغذى من ١ : ١ إلى صفر : ١ (Santamaria وآخرون ١٩٩٧ ب، ١٩٩٧ج). وفى دراسة أخرى (Santamaria & Elia ١٩٩٧) أدت التغذية بالنيتروجين فى صورة أمونيوم فقط إلى إنتاج رؤوس هندباء خالية من النترات وذات وزن طازج (١٧١ جم) مماثل لتلك التى أمدت بالنيتروجين فى صورة نتراتية فقط. ومقارنة بالنسب الأخرى من النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى فإن النباتات التى أمدت بالنيتروجين الأمونيومى فقط كانت أكثر غضاضة وعصارية، وكان لونها الأخضر أكثر قتمة. وأدى التسميد بخليط من صورتى النيتروجين إلى تحسين المحصول، ولكن مع حدوث تراكم كبير للنترات فى الرؤوس، فبزيادة نسبة النيتروجين النتراتى من ٣٠٪ إلى ٧٠٪ ازداد الوزن الطازج للرأس من ١٩٦ إلى ٢٣١ جم وازداد المحتوى النتراتى من ٢,٤ إلى ٦,١ جم/كجم وزن طازج، وبازدياد نسبة النيتروجين النتراتى إلى ١٠٠٪ كان تركيز النترات ٥,٥ جم/ كجم. هذا إلا أن المحتوى الكلى للرؤوس من النيتروجين ازداد بوجود النيتروجين الأمونيومى فى المحلول المغذى ونقص باقتصار النيتروجين على المصدر النتراتى. وقد أوصى الباحثان باستعمال مصدر أمونيومى فقط للتسميد الآزوتى فى الهندباء.

وأدى تغيير نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى فى المحلول المغذى للهندباء من صفر : ١٠٠ إلى ٥٠ : ٥٠ خلال الثلاثة عشر يومًا السابقة للحصاد إلى انخفاض محتوى الأوراق من النترات بمقدار ٢٦,٧٪ مقارنة بمحتوى النترات فى النباتات التى تلقت كل النيتروجين – حتى الحصاد – فى صورته النتراتية فقط. وعندما خفض التسميد الآزوتى خلال الأسبوع السابق للحصاد بمقدار ٩٠٪ مع تغيير نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى إلى ٧٠ : ٣٠ .. انخفض محتوى الأوراق من النترات بنسبة ٤٢,٣٪ - مقارنة باستمرار التسميد العادى بالنيتروجين النتراتى – دون حدوث أى تأثير جوهرى على الوزن الطازج للنبات، أو المساحة الورقية، أو الوزن الجاف للأوراق (Santamaria وآخرون ١٩٩٧ أ، وElia وآخرون ١٩٩٩).

وقد ازداد محصول الهندباء بمقدار ٢٢٪، وانخفض محتواها من النترات بمقدار ٣٩٪ عندما خُفض تركيز النيتروجين فى المحلول المغذى المستعمل فى تغذيتها من ١٦ إلى ٨ مللى مول (Elia وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. وتتباين أصناف الهندباء كثيرًا فى محتواها من النترات، وقد وجد لدى اختبار ١٢٥ صنفًا تجاريًا أن الصنف فِكور Vicor كان أقلها محتوى (Reinink وآخرون ١٩٩٤).

الشيكوريا

المركبات المسئولة عن صفة المرارة

ترجع المرارة التى توجد فى الشيكوريا إلى محتواها من عدد من الـ sesquiterpene lactones، مثل: الـ lactucopicrin، والـ lactucin-like sesquiterpene lactones التى أظهرت ارتباطًا قويًا بكل من المرارة والطعم المميز لكل من الشيكوريا الطازجة والمطهية، بينما ارتبط الـ lactucopricin بالمرارة فقط (Peters & Amerongen ١٩٩٨).

ونقدم – فيما يلى – قائمة بأهم المركبات المسئولة عن صفة المرارة فى الشيكوريا (عن Bais & Ravishankar ٢٠٠١):

Lactucopicrin	Lactucin
Esculin	Esculetin
Umbelliferone	Cichorin
	Scopoletin
	6,7-dihydroxycoumarin

مركبات أخرى

من بين المركبات الأخرى التى توجد فى عصير جذور الشيكوريا، ما يلى:

mannites	stearin
betaine	tartaric acid
	choline

كذلك عزل من نباتات الشيكوريا مركبات 15-oxalyl مرتبطة بالـ guaianolide sesquiterpene lactones (Sessa وآخرون ٢٠٠٠).

الفجل

النترات

تختلف أصناف الفجل في مدى استعدادها لتراكم النترات بأنسجتها، فمثلاً يزيد تراكم النترات كثيرًا في الصنف Robijn عما في الصنف Boy.

وقد ازداد تراكم النترات بأوراق وجذور الفجل عندما نميت في حرارة ١٨°م، وكذلك عندما نُميت في حرارة ١٠°م ثم نقلت إلى ١٤ أو ١٨°م قبل حصادها بأحد عشر يومًا، مقارنة بالنباتات التي نميت في حرارة أقل من ذلك. وقد تلاشت الفروق بين الصنفين Robijn، وBoy في محتوى أنسجتهما من النترات في حرارة ١٨°م (Nieuwhof ١٩٩٤).

وأمكن خفض محتوى نباتات الفجل من النترات بزيادة معدل التسميد البوتاسي بمقدار ٥٠٪ عن المعدل الموصى به، مع خفض معدل التسميد الآزوتي المعدني بنسبة ٥٠٪ واستبداله إما بسماد حيوي، وإما بسماد عضوي. وجدير بالذكر أن محتوى النترات بالعصير الخلوي للنباتات كان أقل عندما أجري الحصاد بعد الظهر مقارنة بالقيم التي حُصل عليها عندما كان الحصاد في الصباح الباكر (Ahmed وآخرون ١٩٩٧).

الكرنب الصيني

النترات

يتعرض الكرنب الصيني – كغيره من الخضر الورقية – لمشكلة تراكم النترات بأوراقه، الأمر الذي يمكن أن يتسبب في مشاكل صحية للإنسان.

وقد وجد أن رش بادرات الكرنب الصيني – وهو في مرحلة بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى – بموليبدات الصوديوم بتركيز جزء واحد في المليون يؤدي إلى خفض تراكم النيتروجين النتراتي في النباتات حتى عند زيادة معدلات التسميد الآزوتي (Zheng وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تبين أن محتوى الأوراق الخارجية للكرنب الصينى من النترات كان أعلى مما فى الأوراق الداخلية (Yang وآخرون ٢٠٠٠).

وقد أوضحت الدراسات انخفاض محتوى النترات فى أوراق المسترد الصينى pak-choi بانخفاض شدة الإضاءة، وفى الساعة الثامنة صباحًا مقارنة بوقت الظهيرة (١٢ ظهرًا)، إلا أن الفروق فى محتوى النترات بين الموعدين نقصت بانخفاض شدة الإضاءة (Weng ٢٠٠٠).

الخضر البقولية

المركبات الضارة بالصحة

رغم كثرة محاصيل الخضر البقولية .. فإن الغالبية العظمى من البقوليات لا تؤكل، ويعد بعضها على درجة عالية من السمية، مثل *Laburnum anagroides* Medik، وهو الذى يعرف فى الإنجليزية باسم garden laburnum. كما أن الخضر البقولية تحتوى – هى الأخرى – على عدد من المركبات السامة، والتى يمكن تقسيمها حسب تأثيرها إلى المجاميع التالية:

١- مثبطات إنزيم البروتييز Protease Inhibitors

تحتوى الفاصوليا العادية وفول الصويا على مواد مثبطة لإنزيم البروتييز، وهى مواد بروتينية يعتقد أن بها إنزيم مثبط التربسين trypsin inhibitor. تؤدى هذه المواد إلى زيادة إنتاج البنكرياس للإنزيمات الهاضمة، ومن ثم إلى تضخمه. ويتم وقف مفعول هذه المركبات بالمعاملة بالحرارة.

٢- الهيماجلوتينينات Haemagglutinins

توجد هذه المركبات فى الفاصوليا العادية وفول الصويا أيضًا، وهى بروتينات يؤدى وجودها إلى خفض كفاءة عملية امتصاص نواتج الهضم، وهى تفقد خواصها بالحرارة.

٣- الجلوكوسيدات السيانوجينية Cyanogenic Glucosides

أمكن عزل هذه المركبات من فاصوليا الليما، ومن أمثلتها: مركب ليناميرين Linamarin، أو فاصيولوناتين Phaseolunatin الذى يتحلل بواسطة إنزيم بيتاجلوكوسيديز beta-glucosidase إلى جلوكوز، وأسيتون، وحامض هيدروسيانيك. تختلف أصناف فاصوليا الليما – كثيرًا – فى محتواها من الفاصيولوناتين، حيث يتراوح من ١٠ – ٣٠٠ مجم/١٠٠ جم من الفاصوليا، ويتواجد

الحد الأقصى فى السلالات البرية، بينما تحتوى الأصناف التجارية على تركيز ١٠ – ٢٠ مجم من أيون CN^- / ١٠٠ جم، وهو تركيز آمن فى الولايات المتحدة، وتعد جميع البقوليات فى الحدود الآمنة بالنسبة لتركيز الجلوكوسيدات السيانوجينية، وذلك باستثناء فول الصويا، والفول الرومى، وبذور اللابلاب الملونة. ويؤدى استهلاك الجلوكوسيدات السيانوجينية بكميات كبيرة إلى الإصابة بالشلل.

٤ـ السابونينات Saponins

توجد هذه المركبات فى فول الصويا، وفاصوليا السيف Sword bean، وفاصوليا جاك Jack bean، وهى تسبب القئ والغثيان، وتوقف النمو، ويمكن التخلص منها بالمعاملة بالحرارة.

٥ـ الألكالويدات Alkaloides

توجد هذه المركبات فى عديد من البقوليات، ولكن لم يثبت وجود علاقة بينها وبين أى من حالات التسمم الناشئ عن التغذية بالبقوليات.

٦ـ المركبات المحدثة لمرض تضخم الغدة الدرقية Goitre

توجد هذه المركبات (تسمى goitrogens) فى الصليبيات، ويعتقد وجودها فى البقوليات كذلك .. فبعض البقوليات مثل فول الصويا، والبسلة والفاصوليا تحتوى على هذه المركبات، ويؤثر استهلاكها دون طهى على تمثيل اليود فى الجسم، حيث يعمل على تثبيته، ويؤدى إلى نقصه فى الغدة الدرقية وظهور أعراض المرض.

٧ـ المركبات المحدثة لمرض لاثيرزم Lathyrism

يصيب هذا المرض الإنسان، وتظهر أعراضه أسفل الفخذ،ويسبب الشلل ويرتبط بالتغذية على بسلة تشكلنج Chicking pea، وتزداد خطورته عندما يستهلك الفرد أكثر من ٣٠٠ جم من بذور المحصول يوميًا. وقد ظهر هذا المرض عدة مرات فى الهند، وهى الدولة التى يزداد فيها استهلاك هذا المحصول، خاصة بين الطبقات الفقيرة. ويمكن تجنب الإصابة بالمرض بعمل توازن بين فاصوليا تشكلنج والحبوب فى الغذاء. هذا .. وتزداد نسبة الإصابة بالمرض بين الذكور، ولا يمكن الشفاء منه عادة.

٨ـ المركبات المحدثة لمرض الفافيزم Favism

الفافيزم هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوى الحساسية عند أكلهم للفول الرومى أو البلدى، ويؤدى إلى التسمم والموت إن لم يسعف المريض بالعلاج السريع، ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives، وتعرف باسم divicine، وisouramil، والتى تحدث الحالة الطبية المعروفة باسم hemolytic anemia، لدى الأفراد الذين لا يمكنهم إنتاج إنزيم معين يعرف باسم NADP-linked-6-phosphate dehydrogenase، مما يؤثر على أيض الجلوتاثيم glutathime فى كرات الدم الحمراء. ويشيع هذا المرض خاصة فى حوض البحر الأبيض المتوسط.

٩ـ المركبات التى يصعب هضمها

تحتوى بعض البقوليات على مركبات يصعب هضمها فى الجهاز الهضمى للإنسان، والتى من أمثلتها ما يلى:

أـ المواد الكربوهيدراتية غير الميسرة .. ومن أمثلتها: البنتوزات pentoses، والجالاكتونات galactones، والهميسيليلوز hemicellulose، وهى تكثر فى فاصوليا بامبارا.

بـ المركبات التى تتحد مع البروتين وتكون protein conjugates غير ميسرة للامتصاص، وهى توجد فى بعض البقوليات (Liener ١٩٧٣، Smartt ١٩٧٦).

١٠ـ مركبات سامة أخرى

من أمثلة حالات المركبات السامة الأخرى، ما يلى:

أـ تحتوى جذور فاصوليا اليام على الروتينون، وهو مبيد حشرى قوى المفعول.

بـ يمكن لبعض الأنواع البقولية – عند زراعتها فى تربة تحتوى على تركيزات عالية من السيلينيم أو الموليبدنم – أن تمتص كميات كبيرة من هذين العنصرين، علمًا بأنهما يمكن أن يسببا للإنسان أضرارًا صحية إذا تناولهما فى غذائه بكميات كبيرة (عن Yamaguchi ١٩٨٣).

الفاصوليا

بينما لا توجد أى مركبات ضارة بالصحة فى الفاصوليا الجافة المطهية، فإن الفاصوليا الجافة غير المطهية (وهى لا تؤكل على أية حال) تزخر بالمركبات الضارة بالصحة، والتى منها ما يلى:

- مُثبط إنزيم التريبسين trypsin inhibitor؛ مما يؤدى إلى عدم الاستفادة من الحمض الأمينى cystine وإلى تضخم البنكرياس.
- مُثبط إنزيم الكيموتريسن chymotrysin inhibitor؛ مما يؤدى إلى تثبيط عمل الإنزيم.
- مُثبط إنزيم الألفا أميليز ∝-amylase inhibitor؛ مما يؤثر فى الاستفادة من المركبات الكربوهيدراتية.
- مُثبط إنزيم الـ subtilisin.
- الـ phytohemaagglutinins (أو اللكتينات)؛ وهى التى تؤدى إلى تثبيط النمو والوفاة.
- الفيتات phytates؛ وهى التى تؤدى إلى تقليل تيسر العناصر المعدنية وتؤثر فى ذوبان البروتين.
- عوامل الـ flatulence (مثل الـ oligosaccharides لعائلة الرافينوز raffinose؛ وهى التى تؤدى إلى إنتاج غازات البطن (الأيدروجين وثانى أكسيد الكربون والميثان).
- متعددات الفينول polyphenolics؛ وهى التى تؤدى إلى تقليل هضم البروتين وتعمل كمثبط لعدة إنزيمات.
- السيانوجينات cyanogens، وهى التى تؤدى إلى التسمم بالسيانيد.
- الـ goitrogens؛ وهى التى تؤدى إلى تثبيط ارتباط اليود بالغدة الدرقية.
- الـ lathyrisn؛ مما يؤدى إلى شلل الأطراف السفلى، وقد يؤدى إلى الوفاة.
- الـ favism؛ مما يؤدى إلى الـ hemolytic anemia.

- الـ allergens؛ والتى تتسبب فى عدد من تفاعلات الحساسية.
- السابونات saponins؛ والتى تتسبب فى تكوين الرغوة وإحداث hemolysis.
- الـ estrogens؛ وهى التى تمنع النمو وتتضارب مع التكاثر.
- مضادات لفيتامينات D، وE، وB_1 (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

اللوبيا

تحتوى بذور اللوبيا على مثبطات للتربسين trypsin، والكيموتربسين chymotrypsin، وكذلك على مركبات سيانوجينية cyanogenic compounds، وجميعها مركبات ضارة بالصحة، ولكن هذه المركبات تتحطم بالحرارة ويتم التخلص منها عند الطبخ (عن Fery ١٩٩٠).

عيش الغراب (المشروم)

محتوى المشروم المأكول من المركبات الضارة

العناصر الثقيلة

يتراكم الكادميوم والزئبق فى المشروم بمعدلات عالية، بينما يتراكم الرصاص فيه ببطء شديد، وذلك عند نموه فى البيئات الملوثة بتلك العناصر. وفى إحدى الدراسات احتوت ١٦٪ من عينات المشروم التى تم جمعها على الزئبق بتركيز يزيد عن ٠.٠٥ جزء فى المليون، وهو الحد الأقصى الآمن للزئبق فى الأغذية. ومن المعتقد أن مصدر التلوث بالزئبق فى تلك الدراسة كانت أدوية علاج الخيل الذى استخدمت مخلفاته فى عمل كومبوست الزراعة.

كذلك تتراكم الفضة فى المشروم – وخاصة فى الخياشيم – بتراكيزات عالية تراوحت فى أنواع الجنس *Agaricus* بين ١٠، و١٣٣ ميكروجرام/ جم وزن طازج (عن Manning ١٩٨٥).

حامض الأيدروسانيك

دُرس محتوى ١٥٠ نوعًا من المشروم المزروع والبرى – فى كل من ألمانيا وسويسرا – من حامض الأيدروسانيك HCN. ووجد أن ١٤ نوعًا منها فقط – أى حوالى ٩٪ – احتوت على

كميات من الحامض تراوحت بين ٧، و٢٦٨ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الطازج. وقد كانت الأنواع المزروعة الرئيسية التى شملتها الدراسة – وهى: عيش الغراب العادى، وعيش الغراب المحارى، وعيش غراب القش خالية تمامًا من الحامض. وفى الحالات التى احتوى فيها نوع مزروع على الحامض، فإن أبسط عمليات الإعداد، مثل مجرد تجفيف المشروم على حرارة أعلى من ٥٠ °م، أو طهيه، أو قليه أدت إلى تخليصه تمامًا من الحامض. ولذا .. فإن المشروم المأكول لا يشكل أى مشاكل صحية للمستهلك فيما يتعلق بحامض الأيدروسيانيك (Stijve & Meijer ١٩٩٩).

المركبات المسرطنة

يحتوى المشروم العادى *A. bisporus* وعشرة أنواع أخرى من الجنس *Agaricus* – ليس من بينها *A. sylvaticus* – على مركبين سامين للحيوان، هما:

Agaritine (B-N-[-L(+)-glutamyl]-4-hydroxymethylphenylhydrazine

4-hydroxymethylphenyldrazine

ولقد ثبت أن الهيدرازينات hydrazines ومشتقاتها – مثل المركبين أعلاه – تعتبر من المركبات المحدثة للسرطان فى فئران التجارب، ولكن لم تتأكد صحة ذلك – بعد – فى الإنسان.

وبينما يتراوح تركيز الأجاريتين agaritine فى المشروم الطازج بين ٠,٠٣٣٪، و٠,١٧٣٪ (على أساس الوزن الرطب)، فإن هذا التركيز ينخفض إلى نحو ٣٢٪ مما كان عليه بعد تخزين المشروم لمدة ٥ أيام على ٢ أو ١٢ °م، وإلى ٢٦٪ فقط بعد حفظ المشروم على - ٥ °م لمدة شهر، وإلى ٣٤٪ بعد الطهى فى الماء، ثم إلى ١٣٪ فقط أثناء التصنيع والتخزين .. وجميع هذه العوامل التى تفيد فى خفض محتوى المشروم من الأجاريتين تحدث – غالبًا – بصورة طبيعية سواء أكان ذلك أثناء التسويق، أم التصنيع، أم الطهى (عن Manning ١٩٨٥).

الأنواع السامة البرية من المشروم

لا يمكن أبدًا الاعتماد على الشكل المظهرى لتمييز الأنواع السامة من المشروم عن الأنواع غير السامة، كما لا يمكن أبدًا الحكم على صلاحية المشروم البرى للاستهلاك وعدم سميته من مجرد سلامة الحشرات، أو القواقع، أو القوارض، أو حتى الثدييات التى تتغذى عليها. ولا يمكن القول بأن الجنس الذى يضم كثيرًا من الأنواع غير السامة لا يضم أنواع سامة، ومن أبرز الأمثلة على ذلك الجنس *Agaricus* الذى يضم أنواع المشروم العادى المستخدم فى الإنتاج التجارى فى الوقت الذى يضم كذلك النوع *A. xanthoderma* السام. كما أن الجنس الذى يضم كثيرًا من الأنواع السامة قد يضم — كذلك — أنواعًا مأكولة، ومن أمثلة ذلك الجنس *Amanita* الذى يضم أنواعًا كثيرة قاتلة، مثل *A. phalloides*، و*A. Verna*، وA. verosa ولكنه يضم كذلك النوع المأكول *A. rubescence*.

وقد يتشابه نوعان من المشروم إلى حد كبير بينما يكون أحدهما سامًا والآخر مأكولاً، ومثال ذلك النوع السام *Lepiota margani* الشديد السمية والذى يصعب تمييزه مورفولوجيًا عن النوع المأكول *L. rachodes* إلا فى مرحلة متقدمة من النضج، حيث يكون الأول (السام) ذا خياشيم خضراء وترسبات جرثومية خضراء باهتة، بينما تكون جراثيم وخياشيم الثانى (المأكول) بيضاء اللون.

كذلك لا يمكن أبدًا الاعتماد على أن إعداد المشروم للاستهلاك أو حفظه أو طهيه يمكن أن تخلص المشروم السام من سميته.

وتجدر الإشارة إلى أنه حتى المشروم المأكول يمكن أن يتسبب فى حدوث عسر هضم لدى بعض الأفراد الأصحاء، كما قد يكون لبعض الأفراد حساسية من بعض أنواع المشروم. وقد يحدث عسر الهضم نتيجة لتناول كميات كبيرة من المشروم، أو تناوله مع أغذية أخرى عسرة الهضم، أو بعد تقدمه فى النضج عما ينبغى.

وقد يؤدى تناول المشروم السام إلى إحداث أى من الأعراض التالية:

١- إتلاف الجهاز العصبى .. كما فى حالة تناول المشروم *Amanita phalloides*.

٢- إتلاف المعدة من خلال التأثير على الجهاز العصبي المركزي، كما في حالة تناول *Amanita muscaria*، أو من خلال التأثير المباشر على الأغشية المبطنة للمعدة، كما في حالة تناول المشروم *Gyromitra esculenta*.

٣- سيولة في الدم .. كما في حالة تناول المشروم *Amanita rubescens*.

٤- إتلاف العضلات، وخاصة عضلات الرحم والأوعية وغيرها من الأعضاء التي تحتوي على ما يعرف بالألياف العضلية الناعمة *smooth muscle fibers*.

٥- التأثير على وظائف القلب.. يحدث ذلك بصورة واضحة بفعل تناول كثير من الأنواع السامة.

ويتعين عند تناول أي نوع سام من المشروم بطريق الخطأ مراعاة ما يلي:

١- التقيؤ بأسرع ما يمكن لإفراغ المعدة مما يوجد بها من الفطر، علمًا بأنه لا يجوز الانتظار على هذه الخطوة لحين وصول الطبيب لعمل غسيل معدة.

٢- تناول مسهل قلوي مثل شربة الملح (كبريتات المغنيسيوم) بمعدل ملعقة شاي ممسوحة أو ملعقتين في كوب من الماء الدافئ. وفي حالة وجود آلام في المعدة تستبدل شربة الملح بشربة زيت الخروع.

٣- المعاملة بحقن الأتروبين في العضل أو بغيره من الأدوية للتخلص من السموم التي وصلت إلى الدم.

٤- يقوم الطبيب بمعالجة أي من الأعراض التي يكون قد أحدثها تناول المشروم.

٥- إعطاء منشطات للقلب (عن Bahl ١٩٩٤).

مصادر إضافية

لمزيد من التفاصيل حول أنواع المركبات الضارة بصحة الإنسان التي توجد في محاصيل الخضر ومضارها .. يُراجع Rubatzky & Yamaguchi (١٩٩٩، صفحات ٤٧- ٥٤).

مصادر الكتاب

استينو، كمال رمزى، وعز الدين فراج، ومحمد عبد المقصود محمد، ووريد عبد البر وريد، وأحمد عبد المجيد رضوان، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحات.

الحاج، محمد على (١٩٦٩). غذاؤك حياتك. دار مكتبة الحياة – بيروت – ٥٣٤ صفحة.

القباني، صبرى (١٩٧٦). الغذاء لا الدواء. دار العلم للملايين – بيروت – ٦٤٧ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد المربع (١٩٦٠). نباتات الخضر، الجزء الثاني: زراعة نباتات الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٧١٥ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد إبراهيم المربع، وحسين على توفيق (١٩٦٠). نباتات الخضر – الجزء الرابع. جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٦٣٢ صفحة.

وصفى، عماد الدين (١٩٩٣). أساسيات أمراض النبات والتقنية الحيوية. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٥٢٢ صفحة.

Adebanjo, A. and E. Shopeju. 1993. Sources and mycoflora associated with some sun-dried vegetables in storage. International Biodeterioration & Biodegradation 31 (4): 255-263. (c.a. Rev. Plant Pathol. 1994, 73: 6432).

Adeyeye, E.I. 1997. Amino acid composition of six varieties of dehulled African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) flour. International Journal of Food Sciences and nutrition 48 (5): 345- 351.

Afek, U., S. Carmeli, N. Aharoni, and L. Roizer. 1993. A suggestion for new mechanism of celery resistance to pathogens. Acta Hort. 343: 357-360.

Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995a. Increasing celery resistance to pathogens during storage and reducing high-risk psoralen concentration by treatment with GA_3. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (4): 562-565.

Afek, U., A. Aharoni, and S. Carmeli. 1995b. The involvement of marmesin in celery resistance to pathogens during storage and the effect of temperature on its concentration. Phytopathology 85 (9): 1033-1036.

Afek, U., S. Carmeli, and N. Aharoni. 1995c. Columbianetin, a plytoalexin associated with celery resistance to pathogens during storage. Phytochemistry 39 (6): 1347-1350.

Ahenkora, K. et al. 1998. Protein productivity and economic feasibility of dual-purpose cowpea. HortScience 33 (7): 1160-1162.

Ahmad, S. K. 1993. Mycoflora changes and aflatoxin production in stored blackgram seeds. Journal of Stored Food Products Research 29 (1): 33-36. (c.a. Rev. Plant Pathol. 1994, 73: 7869).

Ahmed, A.H.H., N. F. Kheir, and N. B. Talaat . 1997 Physiological studies on reducing the accumulation of nitrate in Jew's mallow (*Corchorus olitorius* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) plants. Bul. Fac. Agr., Univ. Cairo 48: 25-64.

Aldrich, H. T. et al. 2010. Cultivar choice provides options for local production of organic and conventionally produced tomatoes with higher quality and antioxidant content. J. Sci. Food Agric. 90: 2548-2555.

American Society for Horticultural Science. 1990. Horticulture and human health: Contributions of fruits and vegetables. HortScience 25: 1473-1531.

Anderson, J. W. 1990. Dietary fiber and human health. HortScience 25 (12) 1488-1495.

Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228 p.

Asso, T. et al. 2013. Impact of reduced potassium nitrate concentrations in nutrient solution on the growth, yield and fruit quality of melon in hydroponics. Sci. Hort. 164: 221-231.

Augusti, K. T. 1990. Therapeutic and medical values of onions and garlic, pp. 93-108. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Augusti, K. T. 1990. Therapeutic and medicinal values of onions and garlic, pp. 93-108. In. J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Axtell, J. D. 1981. Breeding for improved nutritional quality. In K. J. Frey (ed.)"plant Breeding II": pp. 365-432. The Iowa State Univ. Pr., Ames.

Azafirowska, A. and E. Elkner. 2008. Yielding and fruit quality of three sweet pepper cultivars from organic and conventional cultivation. Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw) 69 : 135- 143.

Babic, I. and A. E. Watada. 1998. Freeze-dried spinach powder inhibits growth of *Listeria* species and strains in tryptic soy broth. HortScience 33 (5): 884 – 886.

Bahl, N. 1994. Handbook on mushrooms (3rd ed.). Oxford & Ibh Pub. Co. Pvt, Ltd., N. Y. 157 p.

Bais, H. P. and G. A. Ravishankar. 2001. *Cichorium intybus* L. – cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. J. Sci. Food Agr. 81: 467 – 484.

Banks, S. 2008. Overview of 10 key vegetables and their nutritional value Articleclick.com. The Internet.

Barak, P. and I.L. Goldman. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulfate uptake in onion (*Allium cepa*): implication for the production of organosulfur and organoselenium compounds in plants. J. Agr. Food Chem. 45 (4): 1290 – 1294.

Barker, A. V., D. N. Maynard, and H. A. Mills. 1974. Variations in nitrate accumulation among spinch cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 132- 134.

Baslam, M., I. Garmendia, and N. Goicoechea. 2013. The arbuscular mycorrhizal symbosis can overcome reductions in yield and nutritional quality in greenhouse – lettuces cultivated at inappropriate growing seasons. Sci. Hort. 164: 145-154.

Bassuk, N. L. 1986. Reducing lead uptake in lettuce. HortScience 21: 993-995.

Behr, U. and H. J. Wiebe. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. Sci. Hort. 49 (3-4): 175 -179.

Bellostas, N., P. Kachlicki, J. C. Sorensen, and H. Sorensen. 2007. Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of *B. oleracea* varieties used for food. Sci. Hort. 114: 234-242.

Bhandari, S.R., B. D. Tung, H. Y. Baek, and Y. S. Lee. 2013. Ripening-dependent changes in phytonutrients and antioxidant activity of red pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits cultivated under open-field conditions. HortScience 48 (10): 1275- 1282.

Bhardwaj, H.L. and A.A. Hamama. 2004. Protein and mineral composition of tepary been seed. HortScience 39 (6): 1363-1365.

Bible, B.B., H. Y. Tu, and C. Chong. 1980. Influence of cultivar, season, irrigation and date of planting on thiocyanin content in cabbage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 88-91.

Bimová, P. and R. Pokluda. 2009. Impact of organic fertilizers on total antioxidant capacity in head cabbage. Hort. Sci. (Prague) 36 (1): 21-25.

Bliss, F. A. 1990. genetic alteration of legume seed proteins. HortScience 25 (12): 1517-1520.

Bonte, D. R. la et al. Hernandez: a new sweet potato variety. Louisiana Agricltureae 35 (2): 16-17.

Bonte, D. R. la, D. H. Picha, and H. A. Johnson. 2000. Carbohydrate-related changes in sweet potato storage roots during development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (2): 200-204.

Boo, H. O., S. U. Chon, and S. Y. Lee 2006. Effects of temperature and plant growth regulators on anthocyanin synthesis and phenylalanine ammonia-lyase activity in chicory (*Cichorium intybus* L.). J. Hort. Sci. Biotechnol. 81 (3): 478-482.

Borgognone, M. Cardarelli, E. Rea, L. Lucini, and G. Colla. 2014. Salinity source-induced changes in yield, mineral composition, phenolic acids and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon grown in floating system. J. Sci. Food Agric. 94 (6): 1231-1237.

Braaksma, A. and D. J. Schaap. 1996. Protein analysis of the common mushroom *Agrricus bisporus*. Postharvest Biology and Technology 7 (1/2): 119-127.

Bradly, G. A. 1972. Fruits and vegetables as world sources of vitamins A and C. Hort-Science 7: 141-143.

Bressani, R. 1983. World needs for improved nutrition and the role of vegetables and legumes. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan, Republic of China.

Brewster, J. L. 1994. Onions and other vegetable alliums. CAB international, Wallingford, UK. 236 p.

Brown, A. F. et al. 2002. Glucosinolate profiles in broccoli: variation in levels and implications in breeding for cancer chemoprotection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (5): 807-813.

Brown, C.R. et al. 2012. Stability and broad sense heritability of mineral content in potato calcium and magnesium. Amer. J. Potato Res. 89 (4): 255-261.

Buescher, R. H. and R. W. Buescher. 2001. Production and stability of (E, Z)-2.,6-nonadienal, the major flavor volatile of cucumbers. J. Food Sci. 66 (2): 357-361.

Buescher, R., L. Howard, and P. Dexter. 1999. Postharvest enhancement of fruits and vegetables for improveld human health. Hortscience 34 (7): 1167-1170.

Burbano, C., C. Cuadrado, M. Muzquiz, and J. I. Cubero. 1993. Determination of heat-resistant antinutritional factors. II. Vicine and convicine. (In Spanish with English summary). Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales 8 (3): 363-373. (c. a. Field Crops Abstr. 1995, 48: 341).

Burr, H. K. 1966. Compounds contributing to flavor of potatoes and potato products, pp. 87-97. In: Proceeding of plant science symposium. Campbell Inst. Agr. Res., Camden, N. J.

Burton, W. G. 1948. The potato. Chapman and Hall, London. 319 p.

Calvey, E. M., T. A. G. Roach, and E. Block. 1994. Supercritical fluid chromatography of garlic (*Allium sativum*) extracts with mass spectrometric identification of allicin. J. Chromatog. Sci. 32 (3): 93-96.

Campbell, K. W. and D. G. White. 1995. Evaluation of corn genotypes for resistance to *Aspergillus* ear rot, kernl infection, and aflatoxin production. Plant Dis. 79 (10): 1039-1045.

Caretto, S., A. Parente, F. Serio, and P. Santamria. 2008. Influence of postassium and genotype on vitamin E content and reducing sugar of tomato fruits. HortScience 43 (7): 2084-2051.

Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. van Etten, C. B. Hill, and P.H. Willams. 1985. Glucosinolates in radish cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci 110: 634-638.

Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. van Etten, W. F. Kwolek, and P. H. Willams. 1987. Glucosinolates in crucifer vegetables: broccoli, Brussels sprouts, cauliflower, collards, kale, mustard green, and kohlrabi. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 173-178.

Charron, C. S. and C. E. Sams. 1999. Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of *Brassica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(5): 462-467.

Chekroun, M. B., J. Amzile, A. Mokhtari, N. E. El-Haloui, and J. Prevost. 1997. Quantitative change of carbohydrate content of two varieties of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) during cold storage conditions (4 °C). J. Agron. Crop Sci. 179 (3): 129-133.

Chenard, C. H., D. A. Kopsell, and D. E. Kopsell. 2005. Nitrogen concentration affects nutrient and carotenoid accumulation in parsley. J. Plant Nutr. 28 (2): 285-297.

Chobot, V. et al. 1997. Ergosta-4,6,8,22-tetraen-3-one from the edible fungus, *Pleurotus ostreatus* (oyster fungus). Phytochemistry 45 (8): 1669-1671.

Chong, C., A. G. Kanakis, and B.B. Bible. 1982. Influence of growth regulators on ionic thiocyanate content of cruciferous vegetable crops. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 586-589.

Chrispeels, M. J. and D. E. Sadava. 1994. Plants, genes, and agriculture. Jones and Bartlett Pub., Boston. 478 p.

Church, F. F. and H. N. Church. 1975 (12th ed.). Food values of portions commonly used. J. B. Lippincott Co., N. Y. 197 p.

Ciska, E. et al. 1994. Glucosinolates in various cabbage cultivars grown in Poland. Polish J. Food Nutr. Sci. 3(3): 119-126. c.a. Hort. Abst. 66: Abst. 6798; 1996.

Collins, J. K,, P. Perkins-Veazie, and W. Roberts. 2006. Lycopene: from plants to humans. HortScience 41 (5): 1135-1144.

Coogan, R. C., R. B. H. Wills, and V. Q. Nguyen. 1999. Effect of planting time on the pungency concentration of white radish (*Raphanus sativus* L.) grown on the central coast of New South Wales, Australia. Acta Hort. No. 483: 89-94.

Cossins, E. A. 2000. The fascinating world of folate and one-carbon metabolism. Canad. J. Bot. 78 (6): 691-708.

Crowell. E. F., J. M. McGrath, and D. S. Douches. 2008. Accumulation of vitamin E in potato (*Solanum tuberosum*) tubers Transgenic Res. 17: 205-217.

Crozier, A., M. E. J. Lean, M. S. McDonald, and C. Black. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. J. Agr. Food Chem.. 45 (3): 590-595.

Czapski, J. 2009. Cancer preventing properties of cruciferous vegetables. Veg. Crops Res. Bul. 70: 5-18.

Dale, M. F. B., D. W. Griffiths, H. Bain, and D. Todd. 1993. Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light. Ann. Appl. Biol. 123 (2): 411-418.

Dale, M. F. B., D.W. Griffiths, and H. Bain. 1998. Effect of brusing on the total glycoalkloid and chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers of five cultivars. J. Sci. Food Agric. 77 (4): 499-505.

Davis, D. R. 2009. Declining fruit and vegetable nutrient composition: what is the evidence?. HortScience 44: 15-19.

Davis, A. R. et al. 2011. L-citrulline levels in watermelon cultigens tested in two environments. HortScience 46 (12): 1572-1573.

Del Amor, F. M., A. Serrano-Martinez, I. Fortea, and E. Munez-Delicado. 2008. Differential effect of organic cultivation on the levels of phenolics, peroxidase and capsidiol in sweet peppers. J. Sci. Food Agric. 88 (5): 770-777.

Delate, K., C. Cambardella, and A. Mckern. 2008. Effects of organic fertilization and cover crops on an organic pepper system. HortTechnology 18: 215-226.

Diawara, M. M., J. T. Trumble, C. F. Quiros, and R. Hansen. 1995. Implications of distribution of linear furanocumarins with celery. J. Agri. Food Chem. 43 (3): 723-727.

Dodds, P. A. A., J. M. Taylor, M. A. Else, C. J. Atkinson, and W. J. Davies. 2007. Partial rootzone drying increases antioxidant activity in strawberries. Acta Hort. 744: 295-302.

Dresboll, D. B., G. K. Bjorn, and K. Thorup-Kristensen. 2008. Yields and the extent and causes of damage in cauliflower, bulb onion, and carrot grown under organic or conventional regimes. J. Hort. Sci. Biotechnol. 83 (6): 770-776.

Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1996. Nitrate, vitamin C and sugar content of lettuce (*Lactuca sativa*) depending on cultivar and stage of head development. (In German with English summary). Gartenbauwiseenschaft 61 (3): 122-129. c.a. Hort. Abstr. 66: 8534;1997.

Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1997. content of minerals, vitamins, and sugars in iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) grown in the greenhouse dependent on cultivar and development stage, (In German with English summary). Gartenbauwissenschaft 62 (2): 65-72. c.a. Hort. Abst. 67: 8486; 1997.

DuPont, M. S., Z. Mondin, G. Williamson, and K.R. Price. 2000. Effect of variety, processing, and storage on the flavonid glycoside content and composition of lettuce and endive. J. Agr. Food Chem. 48 (9): 3957-3964.

Eicker, A. 1993. Mushrooms: a source of protein for Africa?. Africam J. Myc. Biotechnol. 1(1): 12-23.

Elia, A., F. Serio, M. Gonnella, and P. Santamaria. 1999. Growing nitrate free endive in soilless systems. Acta Hort. No. 481: 267-271.

Elmore, G. S. and R. S. Feldberg. 1994. Alliin lyase localization in bundle sheaths of the garlic clove (*Allium sativum*). Amer J. Bot. 81 (1): 89-94.

El-Shourbagy, M. S., A. S. El-Ballal, M. A. Abou Bakr, M. A. Hassan, M. S. Tawfik, and Y. M. Ahmed. 1993. Breeding potential of locally cultivated garlic (*Allium sativum* L.). IV. Phytotherapeutic value of improved selections. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 1 (3): 27-45.

Ercoli, L., M. Mariotti, and A. Masoni. 1992. Protein concentrate and ethanol production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Agricoltura Mediterranea 122 (4): 340-351. c.a. Hort. Abst. 63: 5137, 1993.

Evans, A. M. 1976. Beans, pp. 168-172. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. Hort. Abstr. 64 (2): 121-129.

Fahey, J. D. and K. K. Stephenson. 1999. Cancer chemoprotective effects of cruciferous vegetatables. HortScience 34 (7): 1159-1163.

Farnham, M. W. and H. F. Harrison. 2003. Using self-compatible inbreds of broccoli as seed producers. HortScience 38 (1): 85-87.

Farnham, M. W., M. A. Grusak, and M. Wang. 2000a. Calcium and magnesium concentration of inbred and hybrid broccoli heads. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (3): 344-349.

Farham, M. W., K.K. Stephenson, and J. W. Fahey. 2000b Capacity of broccoli to induce a mammalian chemoprotective enzyme varies among inbred lines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (4): 482-488.

Fasidi, E. Q. 1994. Carbohydrate metabolion in *Colocasia esculenta* Schott corms and cormels during sprouting. Food Chem. 51 (2): 211-213.

Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990a. Processing of Alliums; use in food manufacture, pp. 73-91. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.) Onion and allied crops. Vol III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990b. Chemical composition, pp. 17-31. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Fery, R. L. 1990. The cowpea: production, utilization, and research in the United States. Hort. Rev. 12: 197-222.

Finley, J. W. 2007. Selenium and glucosinolates in cruciferous vegetables: metabolic interactions and implications for cancer chemoprevention in humans. Acta Hort. No. 744.

Flores, P., P. Hellin, A. Lacasa, A. López, and J. Fenoll. 2009a. Pepper antioxidant composition as affected by organic low-input and soiless cultivation. J. Sci. Food Agri 89: 2267-2274.

Flores, P., P. Hellin, A. Lcasa, A. López, and J. Fenoll. 2009b. Pepper mineral composition and sensory attributes as affected by agricultural management. J. Sci. Food Agr. 89: 2364-2371.

Fossen, T., A. T. Pedersen, and O. M. Andersen. 1998. Flavonoids from red onion (*Allium cepa*). Phytochemistry 47 (2): 281-285.

Franceschi. V. R. and H. T. Horner, Jr. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. Bot. Rev. 46: 361-427.

Friedman, M. and C.E. Levin. 1995. ∝-Tomatine content in tomato and tomato products determined by HPLC with pulsed amperometric detection. J. Agr. Food Chem. 43 (6): 1507-1511.

Fritz, V. A., V. L. Justen, A. M. Bode, T. Schuster, and M. Wang. 2010. Glucosinolate enhancement in cabbage induced by jasmonic acid application. HortScience 45 (8): 1188-1191.

Funes-Collado, V. et al. 2013. Selenium uptake by edible plants from enriched peat. Sci. Hort. 164: 428-433.

Fytianos, K. and P. Zarogiannis. 1999. Nitrate and nitrite accumulation in fresh vegetables from Greece. Bul. Env. Contam. Tox. 62 (2): 187-192.

Gabr, S. M. 1999. The influence of nitrate: ammonium ratios and salinity stress on growth, chemical composition and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in nutrient solutions. Alex. J. Agr. Res. 44 (3): 251-262.

Gajewski, M, et al. 2008. Quality characteristics of fresh plant sprouts and after their short-term storage. Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw) 68: 155-166.

Garcia, E. and D. M. Barrett. 2006. Assessing lycopene content in California processing tomatoes. J. Food Proc. Preserv. 30 (1): 56-70.

Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. Nutritive value of foods. U. S. Dept. Agr., ARS, Nutrient Data Laboratory, Bestville, Maryland. 86 p.

Gent, M. P. N. 2014. Effect of daily light integral on composition of hydroponic lettuce. HortScience. 49 (2): 173-179.

Giusti, M. M. et al. 1998. Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. J. Food Sci. 63 (2): 219-224.

Gokce, A. F., C. Kaya, S. Serce, and M. Ozgen. 2010. Effect of scale color on the antioxidant capacity of onions. Sci. Hort. 123 (4): 431-435.

Goldman, I. L. 1996. Elevated antiplatelet activity induced by extracts from onion umbels. HortScience 31 (3): 874.

Goulas, V. and G. A. Manganaris. 2011. The effect of postharvest ripening on strawberry bioactive composition and antioxidant potential. J. Sci. Food Agric. 91: 1907-1914.

Goyer, A. and D. A. Navarre. 2009. Folate is higher in developmentally younger potato tubers. J. Sci Food Agr. 89 (4): 579-583.

Grevsen, K. and K. Kaack. 1996. Quality attributes and morphological characteristics of spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivars for industrial processing. J. Veg. Crop Prod. 2 (2): 15-29.

Grierson, D. and A. A. Kader. 1986. Fruit ripening and quality, pp. 241-280. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). The tomato crop. Chapman and Hall, London.

Griffiths, D. W., H. Bain, and M. F. B. Dale. 1995. Photoinduced changes in the total chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers. J. Sci. Food Agr. 68 (1): 105-110.

Groenbaek, M. and H. L. Kristensen. 2014. Split dose fertilization with urea increases glucosinolate contents in white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) under experimental pot conditions. Sci. Hort. 168: 64-72.

Guha, J. and S.P. Sen. 1998. Physiology, biochemistry and chemical importence, pp. 97-119. In: N. M. Nayar and T. A. More (eds.). Cucurbits. Scince Publishers, Inc., Enfield, N H.

Guillén, R. et al. 2008. Antioxidants from asparagus spears: phenolics. Acta Hort. No. 776: 247-254.

Gray, D. and J. C. Hughes. 1978. Tuber quality, pp. 504-544. In: P. M. Harris. (ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Gurung, T., Suchila Techawongstien, B. Suriharn, and Sungcom Techawongstien. 2011. Impact of environments on the accumulation of capsaicinoids in *Capsicum* spp. HortScience 46 (12): 1576-1581.

Hallmann, E. and E. Rembialkowska. 2012. Characterization of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic acid and conventional growing systems. J. Sci. Food Agr. 92: 2409-2415.

Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK. 237 p.

Hansen, M., P. Moller, H. Sovensen, and M. C. de Trejo. 1995. Glucosinolates in broccoli stored under controlled atmosphere. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (6): 1069-1074.

Hardenburg, E.V. 1949. potato production. Comstock. Pub. Co, Inc., Ithaca, N. Y.

Harris, R. S. 1975. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In: R. S. Harris and E. Karmas (eds) "Nutritional Evaluation of Food Processing": pp. 33-57. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Harris, R. S. and E. Karmas (eds). 1975. Nutritional evaluation of food processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 670 p.

Harrison, H. F., Jr. et al. 2008. Contents of caffeoylquinic acid compounds in the storage roots of sixteen sweepotato genotypes and their potential biological activity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 492-500.

Harrow. B. and A. Mazur. 1966. (9th. ed.) Textbook of biochemistry. W. B. Saunders Co., Philadelphia. 648 p.

Haynes, R. L. and C. M. Jones. 1975. Wilting and damage to cucumber by spotted and striped cucumber beetles. HortScience 10: 265.

He, H., G. Fingerling, and W. H. Schnitzler. 2000. Glucosinolate contents and patterns in different organs of Chinese cabbage, Chinese kale (*Brassica alboglabra* Bailey) and choy sum (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee). Angewandte Botanik 74 (1/2): 21-25. c. a. Hort. Abstr. 70 (11): Abstr. 9580; 2000.

Hemavathi et al. 2009. Over-expression of strawberry D-galacturonic acid reductase in potato leads to accumulation of vitamin C with enhanced abiotic stress tolerance. Plant Sci. 177 (6): 659-667.

Hempel, J. and H. Bohm. 1996. Quality and quantity of prevailing flavonoid glycosides of yellow and green French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agr. Food Chem. 44 (8): 2114-2116.

Hidaka, K. et al. 2008. Production of high quality vegetable by applying low temperature stress to roots. Acta Hort. No. 801: 1431-1436.

Hill, C. B., P. H. Williams, D. G. Carlson, and H. L. Tookey. 1987. Variation in glucosinolates in oriental vegetables. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (2): 309-313.

Hirooka, M. and N. Sugiyama. 1992. Effect of growth rates on oxalate concentration in spinach leaves. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 61 (3): 575-579. c. a. Hort. Abst. 64 (10): 7843; 1994.

Hlywka, J. J., G. R. Stephenson, M. K. Sears, and R. Y. Yada. 1994. Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). J. Agr. Food Chem. 42 (11): 2545-2550.

Horbowicz, M. and K. Grudzien. 1995. Effect of some factors on vitamin E content in capsicum fruits (In Polish with English summary). Biuletyn Warzywniczy 43:75-92.

Horbowicz, M., R. Kosson, A. Grzesiuk, and H. Debski. 2008. Anthocyanins of fruits and vegetables – their occurrence, analysis and role in human nutrition. Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw) 68: 5-22.

Horie, H., H. Ito, K. Ippoushi, K. Azuma, Y. Sakata, and I. Igarashi. 2007. Cucurbitacin C - bitter principle in cucumber plants. JARQ 41 (1): 65-68.

Horton, D. and R. L. Sawyer. 1985. The potato as a world food crop, with special reference to developing areas, pp. 1-34. In: P. H. Li (ed.). Potato Physiology. Academic Pr., N. Y.

Hosseini, H. and A. H. Khoshgoftamanesh. 2013. The effect of foliar application of nickel in the mineral form and urea-Ni complex on fresh weight and nitrogen metabolism of lettuce. Sci. Hort. 164: 178-182.

Howard, L. R., R. T. Smith, A. B. Wagner, B. Villalon, and E. E. Burns. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. J. Food Sci. 59 (2): 362-365.

Howard, L. R., N. Pandjaitan, T. Morelock, and M. I. Gil. 2010. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and growing season. J. Agr. Food Chem. 58 (12): 7329-7334.

Huang, A. S., L. Tanudjaja, and D. Lum. 1999. Content of alpha-, beta-carotene, and dietary fiber in 18 sweetpotato varieties grown in Hawaii. J. Food Comp. Analysis 12 (2): 147-151.

Huang, X. F., Y.Y. Lin, and L. Y. Kong. 2008. Steroids from the roots of *Asparagus officinalis* and their cytotoxic activity. J. Integrative Plant Biol. 50 (6): 717-722.

Huang, C., Z. Wang, S. Li, S. S. Malhi. 2010. Nitrate in leaf petiole and blade of spinach cultilars and its relation to biomass and water in plants. J. Plant Nutr. 33 (8): 1112-1123.

Idouraine, A., E. A. Kohlhepp, C. W. Weber, W. A. Warid, and J. J. Martinez-Tellez. 1996. Nutrient constituents from eight lines of naked seed squash (*Cucurbita pepo* L.). J. Agr. Food Chem. 44 (3): 721-724.

Igbasan, F. A., W. Guenter, T. D. Warkentin, and D. W. McAndrew. 1996. Protein quality of peas as influenced by location, nitrogen application and seed inoculation. Plant Food for Human Nutrition 49 (2): 93-105.

Ilahy, R. et al. 2011. Phtochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in southern Italy. Sci. Hort. 127: 255-261.

Inoue, K. S. Takayama, and H. Yokota. 1995. Production of calcium-enriched lettuce (*Lactuca sativa* L.) using a soaking method. (In Japanese with English summary). Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr. 66(4): 381-387. c.a. Hort. Abstr. 66: 4997; 1996.

Inoue, K., Y. Umegaki, S. Kondo, K. Sanada, and H. Yokota. 1997. Production of iron-enriched leaf vegetables by soaking roots in ammonium ferric citrate solution: pH and iron concentration on the foliar iron content. (In Japanese with English summary). Environment Control in Biology 35 (1): 55-62. c.a. Hort. Abstr. 67: Abstr. 10399; 1997.

Inoue, D., N. Oyama, S. Kondo, Y. Hayata, and H. Yokota. 1998. Production of ascorbic acid enriched vegetables: Absorption of an L-ascorbic acid solution and the effect of storage Temperature on the foliar exogenous ascorbic acid content. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73 (5): 681-686.

Islam, M. S. et al. 2003. Effect of artificial shading and temperature on radical scavenging activity and polyphenolic composition in sweet

potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (2): 182-187.

Jensen, M. A. K., K. Hectors, N. M. O'Brien, Y. Guisez, and G. Potters. 2008. Plant stress and human health: do human consumers benefit from UV-B acclimated crops?. Plant Sci. 175 (4): 449-458.

Ju, H. Y., B. B. Bible, and C. Chong. 1980. Variation of thiocyanate content in cauliflower and broccoli cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 187-189.

Kader, A. A., P. Perkins-Veazie, and G. E. Lester. 2007. Nutritional quality of fruits, nuts, and vegetables and their importance in human health. In: ARC, USDA, Agr. Handbook 66. The Internet.

Kaminishi, A, and N. Kita. 2006. Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth rate of spinach cultivars. HortScience 41 (7): 1589-1595.

Kano, Y. and H. Goto. 2003. Relationship between the occurrence of bitter fruit in cucumber (*Cucumis sativus* L.) and the contents of total nitrogen, amino acid nitrogen, protein and HMG-CoA reductase activity. Sci. Hort. 98: 1-8.

Karjalainen, R. et al. 2002. Benzothiadiazole and glycine betaine treatments enhance phenolic compound production in strawberry. Acta Hort No. 567 (vol.1): 353-356.

Kay, D. E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute, London. 245 p.

Kays, S. J. and Y. Wang. 2000. Thermally induced flavor compounds. HortScience 35 (6): 1002-1012.

Keane, K. W. 1972. Mineral nutrition in humans. HortScience 7: 145-147.

Kehr. A. E. 1973. Naturally-occurring toxicants and nutritive value in food crops: The challenge to plant breeders. HortScience 8: 4-5.

Kelley. J. F. 1972. Horticultural crops as sources of proteins and amino acids. HortScience 7: 149-151.

Keutgen, A. J. and E. Pawelzik. 2007. Modifications of strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. J. Agr. Food Chem. 55 (10): 4066-4072.

Keyhaninejad, N., R. D. Richins, and M. A. O'Connell. 2012. Carotenoid content in field-grown versus greenhouse-grown peppers: different responses in leaf and fruit. HortScience 47 (7): 852-855.

Khan, J. et al. 1996. Lipid contents of melon on (*Cucumis melo* L.) seed. Sarhad J. Agr. 12 (2): 157-164.

Kingsbury, J. M. 1963. Common poisonous plants. N. Y. State College of Agriculture, Cornell Ext. Bul. No. 538. 32 p.

Klein, B. P. and A. C. Kurilich. 2000. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. HortScience 35 (4): 580-584.

Koivu, T., V. Pironen, and P. Mattila. 1999. Vegetables as sources of vitamin K in Finland, pp. 300-302. In: M. Hagg et al. (eds.). Agai-food quality II: quality management of fruits and vegetables - from field to table. Royal Soc. Chem., Cambridge, UK. c.a. Hort. Abst. 69 (10): Abst. 8342;1999.

Konstantopoulou, E. et al. 2010. Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season. Sci. Hort. 125 (2): 93. e1-93.e5.

Kopsell, D. A., D. E. Kopsell, M. G. Lefsrud, J. Curran-Celentano, and L.E. Dukach. 2004. Variation in leutein, β-carotene, and chlorophyll concentrations among *Brassica oleracea* cultigens and seasons. HortScience 39 (2): 361-364.

Kopsell, D. A. et al. 2010. characterization of nutritionally important carotenoids in bunching onion. HortScience 45: 463-465.

Koyama, R., H. Itoh, S. Kimara, A. Morioka, and Y. Uno. 2012. Augmentation of antioxidant constituents by drought stress to roots in leafy vegetable. HortScience 22 (1): 121-125.

Kragt, M. N. 1987. Industry concenrns with regard to naturally occurring toxins. Acta Hort. 207: 63-70.

Ku, K. M. and J. A. Juvik. 2013. Environmental stress and methyl jasmonate-mediated changes in flavonoid concentrations and antioxidant activity in broccoli florets and kale leaf tissues. HortScience 48 (8): 996-1002.

Kumar, S., T. R. Sharma, S. Kumar, and A. K. Goswami. 1991. Comparison of protein in six strains of *Agaricus bisporus*. Plant Physiology& Biochemistry (New Delhi) 18 (2): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 64 (1): 470; 1994.

Kushad, M. M., J. Masiunos, M. A. L. Smith, W. Kalt, and K. Eastman. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. Hort. Rew. 28: 125-185.

Kushman, L. J. and D. T. Pope. 1968. Procedure for determining intercellular space of roots and specific gravity of sweetpotato root tissue. HortScience 3: 44-45.

Kushman, L. J., D. T. Pope, and J. A. Warren. 1968. A rapid method of estimating dry matter content of sweetpotatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 814-822.

Kyung, K. H., H. P. Fleming, C. T. Young, and C. A. Haney. 1995. 1-Cyano-2,3-epithiopropane as the primary sinigrin hydrolysis product of fresh cabbage. J. Food Sci. 60 (1): 157-159.

Lafta, A. A. and J. H. Lorenzen. 2000. Influence of high temperature and reduced irradiance on glycoalkaloid levels in potato leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci 125 (5): 563-566.

Lamont, W. J., Jr. 1999. Okra - a versatile vegetable crop. HortTechnology 9 (2): 179-184.

Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and posthavest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology 20: 207-220.

Lee, C. W. and J. Janic. 1978. inheritance of seedling bitterness in *Cucumis melo*. HortScience 13:193-194.

Lee, G.P. and K. W. Park. 1998. Effect of selenium concentration in the nutrit solution on the growth and internal quality of endive. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39 (4): 391-396. c. a. Hort. Abstr. 69: 336; 1999.

Lei, C. et al. 2014. Sodium selenite regulates phenolics accumulation and tuber development of purple potatoes. Sci. Hort. 165: 142-147.

Leroy, G., J. F. Grongnet, S. Mabeau, D. le Corre, and C. Baty-Julien. 2010. Chages in inulin and soluble sugar concentration in artichokes (*Cynara scolymus* L.) during storage. J. Sci. Food Agr. 90 (7): 1203-1209.

Levander, O. A. 1990. Fruit and vegetable contributions to dietary mineral intake in human health and disease. HortScicnce 25 (12): 1486-1488.

Levy, A. et al. 1995. Carotenoid pigments and β-carotene in paprika fruits (*Capsicum* spp.) with different genotypes. J. Agr. Food Chem. 43 (2): 362-366.

Lewthwaite, S. L., K. H. Sutton, and C. M. Triggs. 1997. Free sugar composition of sweet potato cultivars after storage. N. Z. J. Crop Hort. Sci. 2: 33-41.

Liener, I. E. 1973. Naturally occurring toxicants of horticultural significance. HortScience 8: 112-116.

Lin, X. Y. et al. 2014. Short-term alteration of nitrogen supply prior to harvest affects quality in hydroponic-cultivated spinach (*Spinacia oleracea*). J. Sci. Food Agr. 94: (5): 1020-1025.

Lintas, C. 1992. Nutritional aspects of fruit and vegetable consumption. Options Méditerranéennes, Sér. A No. 19: 79-87. The Internet.

Lipton, W. J. 1990. Postharveat biology of fresh asparagus. Hort. Rev. 12: 69-155.

Lizarazo, K., B. Fernández-Marin, J. M. Becerril, and J. I. Garcia-Plazaola. 2010. Ageing and irradiance enhance vitamin E content in

green edible trssues from crop plants. J. Sci. Food Agr. 90 (12): 1994-1999.

Lombardo, S., G. Pandino, and G. Mauromicale. 2014. The mineral profile in organically and conventionally grown "early"crop potato tubers. Sci. Hort. 167: 169-173.

Love, S. L., T. J. Herrman, A. Thompson-Johns, and T. P. Baker. 1994. Effect and interaction of crop management factors on the glycoalkaloid concentration of potato tubers. Potato Res. 37 (1): 77-85.

Luh, B. S. and J. G. Woodroof. 1975. Commercial vegetable processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westprot Connecticut. 755 p.

Ma, K., X. P. Zhang, and M. Wang. 1990. Nutrients in seeds of edible watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. and Nakai). Cucurbit Genetics Cooperative Report 13: 43-44.

Mabeau, S. et al. 2007. Antioxidant activity of artichoke extracts and by-products. Acta Hort. No. 730: 491-496.

MacGreoger, J. J. 1987. Naturally occurring toxicants in horticultural crops. Acta Hort. No. 207: 9-19.

Maggio, A., S. de Pascalo, R. Paradisco, and G. Barbieri. 2013. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. Sci. Hort. 164: 532-539.

Magnani, G. and N. Oggiano. 1997. Reducing the level of nitrates in hydroponic lettuce. (In Italian with English summary). Colture Protette 26(1): 57-61. Hort. Abst. 67 (7): 5852; 1997.

Mahmoud, A. L. E. and M. H. Abd-Allah. 1994. Natural occurrence of mycotxins in broad bean (*Vicia faba* L.) seeds and their effect on *Rhizobium*-legume symbiosis. Soil Biology & Biochemistry 26 (8): 1081-1085. (c. a. Rev. Plant Pathol. 1995, 74: 305).

Manning, K. 1985. Food value and chemical composition, pp. 221-230. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley & Sons, Chichester, UK.

Marks, H. S., J. A. Hilson, H. C. Leichtweis, and G. S. Stoewsand. 1992. S-Methylcysteine sulfoxide in *Brassica* vegetables and formation of methanethiosulfinate from Brussels sprouts. J. Agr. Food Chem. 40 (11): 2098-2101.

Marin, A., J. S. Rubio, V. Martinez, and M. Gil. 2009. Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition. J. Sci. Food Agr. 89 (8): 1352-1359.

Martinetti, L. 1995. Nitrate and nitrite accumulation in spinach in relation to nitrogen fertilization (In Italian with English summary). Italus Hortus 2 (5/6): 17-22. c. a. Hort. Abst. 67 (5): 3959; 1997.

Mass, J. L., G. L. Galletta, and G. D. Stoner. 1991. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries: a review. HortScience 26 (1): 10-14.

Mass, J. L., S. W. Wang, and G. L. Galletta. 1996. Health enhancing properties of strawberry fruit, pp. 11-18. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Masuda, M. and M. Momura. 1997. Enhancement of spinach growth as affected by the addition of sodium chloride to the nutrient solution under artificial light condition. (In Japanese with English summary). J. Soc. High Tech. Agr. 9 (1): 29-35. c. a. Hort. Abst. 68 (4): 3061; 1998.

Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf type. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 135-138.

Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.

Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.

McCall, D. and J. Willumsen. 1998. Effects of nitrte, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73 (5): 698-703.

McCall, D. and J. Willumsen. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74 (4): 458-463.

Meagy, M. J., T. E. Eaton, and A. V. Barker. 2013. Nutrient density in lettuce cultivars grown with organic or conventional fertilization with elevated calcium concentrations. HortScience 48 (12): 1502-1507.

Menelaou, E., A. Kachatryan, J. N. Losso, M. Cavalier, and D. La Bonte. 2006. Lutein content in sweetpotatp leaves. HortScience 41 (5): 1269-1271.

Mills, H. A. and J. B. Jones, Jr. 1979. Nutrient deficiencies and toxicities in plants: Nitrogen. J. Plant Nutrition 1: 101-122.

Mills, H. A., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. Effects of nitrapyin nitrate accumulation in spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 202-204.

Mills, J. P., P. W. Simon, and S. A. Tanumihardjo. 2007. β-carotene from red carrot maintains vitamin A status, but lycopene bioavailability is lower relative to tomato paste in Mongolian Gerbils. J. Plant Nutr. 137: 1395-1400.

Mitchell, A. E., Y. J. Hong, E. Koh, D. M. Barrett, D. E. Bryant, R. F. Denison, and S. Kaffka. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. J. Agric. Food Chem. 55: 6154-6159.

Moglia, A. et al. 2008. Stress-induced biothynthesis of dicaffeoylquinic acids in globe artichoke. J. Agr. Food Chem. 56 (18): 6841-8649.

Mondy, N. I., S. Chandra, and C. B. Munchi. 1993. Zinc fertilization increases ascorbic acid and mineral contents of potato. J. Food Si. 58 (6): 1375-1377.

Moreno-Rojas, R., M. A. Amaro-Lopez, and G. Zurera-Cosano. 1992. Mineral elements distribution in fresh asparagus. Journal of Food Composition and Analysis 5 (2): 168-171.

Martley, D. G. et al. 2012. Influence of harvest intervals on growth responses and fatty acid content of purslane (*Portulaca oleracea*). HortScience 47 (3): 437-439.

Munger, H. M. 1963. Report to the government of the United Arab Repulic on vegetable improvement and seed production. Food and Agriculture Organization of the United Nations Report No. 1781.

Munger. H. M. 1982. The potential of vegetables for meeting food needs in Egypt. Seminar in Egypt-U. C., Davis-U. S. A. I. D. Project, Giza: 4 November 1982.

Murray, D. R. 1991. Breeding plants for the twenty-first century, pp. 1-22. In: D. R. Murray (ed.). Advanced methods in plant breeding and biotechnology. CAB International, Wallingford, UK.

Mullin, W. J., P. Y. Jui, L. Nadeau, and T. G. Smyrl. 1991. The vitamin C content of seven cultivars of potatoes grown across Canada. Canad. Inst. Food Sci. Tech. J. 24 (3/4): 169-171.

Nakamoto, H., M. Kuroshima, and K. Shiozawa. 1998. Effects of shading, temperature, watering, application of manure on the oxalate, nitrate, vitamin C contents of spinach. (In Japanese). Bul. Hokkaido Prefectural. Agr. Exp. Sta. No. 75: 25-30. c. a. Hort. Abst. 69 (5): 4011; 1999.

NAS, National Academy of Sciences, Advisory Committee on Technology Innovation. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, D. C. 331 p.

Nearman, S. 2008. Medical uses for hot chile peppers. Uncle Steve's HOT Stuff «http:// ushotstuff.com/medical.htm».

Neely, H. L., R. T. Koening, C. A. Miles, T. C. Koening, an M. G. Karlsson. 2010. Diurnal fluctuation in tissue nitrate concentration of field-grown leafy greens at two latitudes. HortScience 45: 1815-1818.

Nelson, P. E. 1972. Processing effects on the nutritional components of horticultural crops. HortScience 7: 151-153.

Nesser, C., N. Savidov, and D. Driedger. 2009. Production of hydroponically grown calcium fortified lettuce. Acta Hort. No. 744: 317-322.

Nielsen, S. S., C. I. Osuala, and W. E. Brandt. 1994. Early leaf harvest reduces yield but not protein concentration of cowpea seeds. HortScience 29 (6): 631-632.

Nieuwhof, M. 1994. Effects of temperature and light on nitrate content of radish (*Raphanus sativus* L.). Gartenbautissenschaft 59 (5): 220-224.

Nigg, H. N., J. Q. Strandber, R. C. Beier, H. D. Petersen, and J. M. Harrison. 1997. Furancoumarins in Florida celery varieties by fungicide treatment. J. Agr. Food Chem. 45 (4): 1430-1436.

Oh, M. M. and C. B. Rajashekar. 2009. Antioxidant content of edible sprouts: effects of environmental shocks. J. Sci. food Agr. 89: 2221-2227.

O'Hare, T. J., L. S. Wong, L. E. Force, and D. E. Irving. 2007. Glucosinolate composition and anti-cancer potential of seed-sprouts from horticultural members of the brassicaceae. Acta Hort. No. 744.

Olday, F. C., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 217-219.

Olsson, M. E. et al. 2007. Extracts from organically and conventially cultivated strawberries inhibit cancer cell proliferation in vitro Acta Hort. No. 744: 189-194.

Ombódi, A. et al. 2013. Nutritive constituents of onion grown from sets as affected by water supply. HortScience 48 (12): 1549-1547.

Onwueme, I. C. 1978. The tropical tuber crops. John Wiley & Sons, N. Y. 234 p.

Ordonez-Santos, L. E. et al. 2009. Comparison of physiochemical, microscopic and sensory characteristies of ecologically and conventionally grown crops of two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Sci. Food Agric. 89 (5): 743-749.

Ota, K. and A. Kagawa. 1996. Effect of nitrogen nutrients on the oxalate content in spinach plants. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65 (2): 327-332. c. a. Hort. Abst. 67 (1): 301; 1997.

Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 1999. Effect of air temperature and light intensity on β-carotene concentration in Spinach and lettuce. (In Japanese with English summary). Jap. Soc. Hort. Sci. 68 (2): 414-420. c. a. Hort. Abstr. 69: 4898; 1999.

Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 2000. Seasonal and diurnal changes in β-carotene concentration in spinach plant grown hydroponically. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69 (4): 477-482. c. a. Hort. Abstr. 71 (1): 620; 2001.

Pacanoski, Z. 2009. The myth of organic agriculture. Plant Prot. Sci. 45 (2): 39-48.

Padda, M. S. and D. H. Picha. 2007. Antioxidant activity and plenolic composition in 'Beauregard' sweetpotato are affected by root size and leaf age. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 132 (4): 447-451.

Palaniswamy, U. R., R. J. McAvoy, and B. B. Bible. 2000. Omega-3-fatty acid concentration in *Portulaca oleracea* is altered by nitrogen source in hydroponic solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (2): 190-194.

Palaniswany, U. R., B. B. Bible, and R. J. McAvoy. 2002. Effect of nitrate: ammonium nitrogen ratio on oxalate levels of purslane, pp. 453-455. In: J. Janic and A. Whipkey (eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Pandjaitan, N., L. R. Howard, T. Morelock, and M. I. Gil. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. J. Agr. Food Chem. 55 (16): 6475-6481.

Pandey, N., B. Gupta, and G. C. Pathak. 2013. Enhanced yield and nutritional enrichment of seeds of *Pisum sativum* L. through foliar application of zinc. Sci. Hort. 164: 474-483.

Parameswaran, M. 1994. Jerusalem artichoke. Turning an unloved vegetable into an industrial crop. Food Australia 46 (10): 473-475.

Parks, S. E., D. E. Irving, and P. J. Milham. 2012. A critical evaluation of on-farm rapid tests for measuring nitrate in leafy vegetables. Sci. Hort. 134: 1-6.

Pascale, S. de, A. Maggio, V. Fogliano, P. Ambrosino, and A. Ritienia. 2001. Irrigation with saline water improves caroteneoids content and antioxidant activity of tomato. J. Hort. Sci. Biotechnol. 76 (4): 447-453.

Patil, B. S. and L. M. Pike. 1995. Distribution of quercetin content in different rings of various coloured onion (*Allium cepa* L.) cultivars. J. Hort. Sci. 70 (4): 643-650.

Patil, B. S., L. M. Pike, and K. S. Yoo. 1995a. Variation in the quercetin content in different colored onions (*Allium cepa* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci 120 (6): 909-913.

Patil, B. S., L. M. Pike, and B. K. Hamilton. 1995b. changes in quercetin concentration in onion (*Allium cepa* L.) owing to location, growth stage and soil type. New Phytologist 130 (3): 349-355.

Pavlou, G. C., C. D. Ehaliotis, and V. A. Kavvadias. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Sci. Hort. 111 (4): 319-325.

Peirce, L. C. 1987. Vegetables: characteristics, production and marketing. John Wiley and Sons, N. Y. 433 p.

Pék, Z., P. Szuvandzsiev, A. Nemenyi, and L. Helyes. 2011. The effect of natural light on changes in antioxidant content and color parameters of vine-ripened tomato (*Solanum lycopersicon* L.) fruits. HortScience 46: 583-585.

Pel, E. and H. Schuttelkopf. 1995. The uptake of iodine by garlic. (In german with English summary). Deutsche Lebensmittel-Rundschau 91 (1): 8-13. c. a. Hort. Abst. 65: Abst. 6936; 1995.

Percival, G. C. 1999. The inffuence of light upon glycoalkaloid and chlorophyll accumulation in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). Plant Sci. (Limerick) 145 (2): 99-107.

Percival, G. and G. R. Dixon. 1996. Glycoalkaloid concentration in aerial tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). J. Sci. Food Agr. 70 (4): 439-448.

Percival, G. C., J. A. C. Harrison, and G. R. Dixon. 1993. The influence of temperature on light enhanced glycoalkaloid syntheies in potato. Ann. Appl. Biol. 123 (1): 141-153.

Percival, G. C., G. R. Dixon, and A. Sword. 1996. Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. J. Sci. Food Agr. 71 (1): 59-63.

Pérez-López, A. et al. 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. J. Sci. Food Agr. 87 (11): 2075-2080.

Periago, M. J. et al. 1996. *In vitro* estimation of protein and mineral availability in green peas as affected by antinutritive factors and maturity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 29 (5/6): 481-488. c. a. Hort. Abst. 67: Abst. 5722; 1997.

Peters, A. M. and A. van Amerongen. 1998. Relationship between levels of sesquiterpene lactones in chicory and sensory evaluation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (2): 326-329.

Pezzarossa, B., I. Rosellini, E. Borghesi, P. Tonutti, and F. Malorgio. 2014. Effects of Se-enrichment on yield, fruit composition and ripening of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown in hydroponics. Sci. Hort. 165: 106-110.

Picha, D. H. 1985. Crude protein, minerals, and total carotenoids in sweet potatoes. J. Food Sci. 50 (6): 1768-1789.

Picha, D. H. 1986a. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 (6): 89-92.

Picha, D. H. 1986b. Influence of storage duration and temperature on sweet potato sugar content and chip color. J. Food Sci. 51 (1): 239-240.

Piper, J. R. and D. M. Barrett. 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. J. Sci. Food Agric. 89 (2): 177-194.

Piyakina, G. A. and T. S. Yunusov. 1995. General characteristics of the proteins of tomato seed flour and tomato skin flower. Chemistry of Natural Compounds 31 (4): 495-499.

Poggi, V., P. G. Pifferi, A. Bordoni, and P. Biagi. 1999. Plant foods with selenium: the potato (In Italian with English summary). Industrie Alimentari 38 (385): 1107-1112. c. a. Field Crop Abst. 53: Abst. 4103; 2000.

Poulsen, N., A. S. Johansen, and J. N. Sorensen. 1995. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. Plant Foods for Human Nutrition 47 (2): 157-162.

Price, K. R. and M. J. C. Rhodes. 1997. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. J. Sci. Food Agr. 74 (3): 331-339.

Prior, R. L. and G. Cao. 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. HortScience 35 (4): 588-592.

Proietti, S. et al. 2004. The effect of growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) at two light intensities on the amounts of oxalate, ascorbate, and nitrate in their leaves. J. Hort Sci. Biotechnol. 79 (4): 606-609.

Purcell, A. E., D. T. Pope, and W. M. Walter, Jr. 1976. Effect of length of growing season on protein content of sweet potato cultivars. HortScience 11: 31.

Pursghove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Quintana, J. M., H. C. Harrison, J. Nienhuis, J. P. Palta, and K. Kmiecik. 1999. Differences in pod calcium concentration for eight snap bean and dry bean cultivars. HortScience 34 (5): 932-934.

Randle, W. M. and M. L. Bussard. 1993. Pungency and sugars of short-day onions as affected by sulfur nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (6): 766-770.

Rangavajhyala, N., V. M. Ghorpade, and S. S. Kadam. 1998. Broccoli, pp. 337-357. In: D. K. Salunkhe and S. S. Kadam (eds). Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y.

Rao, K. S., R. Dominic. Kirpal Singh, C. Kaluwin, D. E. Rivett, and G. P. Jones. 1990. Lipid, fatty acid, amino acid, and mineral compositions of five edible plant leaves. J. Agric. Food Chem. 38: 2137-2139.

Redovnikovic, I. R. et al. 2012. Influence of potassium fertilization on the levels of phenolic compounds in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. J. Hort. Sci. Biotechnol. 87 (1): 47-51.

Regan, W. S., V. N. Lambeth, J. R. Brown, and D. G. Blevins. 1968. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxalic acid content of spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 485-492.

Reinink, K. and R. Groenwold. 1987. The inheritance of nitrate content in lettuce (*Lactua sativa* L.). Euphytica 36: 733-744.

Reinink, K., M. van Nes, and R. Groenwold. 1994. Genetic variation for nitrate content between cultivars of endive (*Cichorium endivia*e L.). Euphytica 75: 41-48.

Rick, C. M. 1978. The tomato. Sci. Amer. 239 (2): 76-87.

Rickman, J. C., D. M. Barrett, and C. M. Bruhn. 2007a. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. J. Sci. Food Agri. 87: 930-944.

Rickman, J. C., C. M. Bruhn, and D. M. Barrett. 2007b. Nutritional comparison of vegetables. II. Vitain A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. J. Sci. Food Agr. 87: 1185-1196.

Rizk, A. M., S. I. Ismail, S. A. Azzam, and G. Wood. 1992. Constituents of green beans *Phaseolus vulgaris* (Lipids and flavonoids). Qatar University Science Journal 12: 69-72. c. a. Field Crop Abst. 47 (12): 8016; 1994.

Robertson, L. S. and R. D. Frazier (ed.). 1978. Dry bean production: principles & practices. Mich. State Univ. Agr. Sta. Bul. E-1251. 225 p.

Robinson, R. W. and D. S. Decker-Walters. 1997.Cucurbits. CAB. International, Wallingford, UK.

Rosa, E. A. S. 1997a. Glucosinolates from flower buds of Portuguese *Brassica* crops. Phytochemistry 44 (8): 1415-1417.

Rosa, E. A. S. 1997b. Daily variation in glucosinolate concentrations in the leaves and roots of cabbage seedlings in two constant temperature regimes. J. Sci. Food Agr. 73 (3): 364-368.

Rosa, E. A. S., R. K. Heaney, C. A. M. Portas, and G. R. Fenwick. 1996. Changes in glucosinolate concentrations in *Brassica* crops (*B. oleracea and B. napus*) throughout growing seasons. J. Sci. Food Agr. 71 (2): 237-244.

Rouchaud, J. et al. 1986. Quality of potatoes treated with selected insecticides and potato-haulm killers. J. Hort. Sci. 61:239-242.

Rouphael, Y., M. Cardarelli, L. Lucini, E. Rea, and G. Colla 2012. Nutrient solution concentration affects growth, mineral composition, phenolic acid, and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon. HortScience 47 (10): 1424-1429.

Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi. 1999. World vegetables: principles, production, and nutritive values (2nd ed.). Aspen Pub., Inc., Gaithersburyg, Maryland, USA. 843 p.

Rubatzky, V. E., C. F. Quiros, and P. W. Somon. 1999. Carrots and related vegetable unbelliferae. CABI Pub., Wallingford, UK. 294 p.

Ryder, E. J. 1979. Leafy salad vegetables. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 66 p.

Ryder, E. J. 1986. Lettuce breeding, pp. 433-474. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Ryder, E. J. 1999. Lettuce, endive, and chicory. CABI Pub., UK. 208 p.

Sachs, R. M. et al. 1981. Fuel alcohol from Jerusalem artichoke. Calif. Agr. 35 (9/10): 4-6.

Salandanan, K. et al. 2009. Comparative analysis of antioxidant properties and fruit quality attributes of organically and conventionally grown melons (*Cucumis melo* L.). HortScience 44: 1825-1832.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam (eds.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.

Salunkhe, D. K., S. S. Kadam and J. K. Chavan. 1985. Postharvest biotechnology of food legumes. CRC Pr., Inc., Boca Raton, Florida. 160 p.

Salandanan, K. et al. 2009. Comparative analysis of antioxidant properties and fruit quality attributes of organically and conventionally grown melons (*Cucumis melo* L.). HortScience 44: 1825-1832.

Sankat, C. K., V. Maharaj, and B. Lauckner. 1995. The effect of temperature and packaging on the storage of dasheen (*Colocasia esculenta*) leaves. ASEAN Food J. 10 (1): 3-9.

Santamaria, P. and A. Elia. 1977. Producing nitrate-free endive heads: effect of nitrogen form on growth, yield, and ion composition of endive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (1): 140-145.

Santamaria, P., A. Elia, and M. Gonnella. 1997a. NH_4: NO_3 ratio changes, withdrawal of N before the harvest and reduction of nitrate leaf content in endive, pp. 417-435. In: Proceedings of the 9th International congress on soilless culture. International Society for Soilles Culture, Wageningen, Netherlands.

Santamaria, P., A. Elia, M. Gonnella, and F. Serio. 1997b. Effects of two N levels and two NH^+_4: NO^-_3 ratios on endive (*Cichorium endivia* L. var. *crispum*, Hegi). I. Growth, yield and water use. Advances in Horticyltural Science 11 (1): 41-46.

Santamaria, P., A. Elia, and M. Gonnella. 1997c. Changes in nitrate accumulation and growth of endive plants during light period as affected by nitrogen level and form. J. Plant Nutr. 20 (10): 1255-1266.

Santamaria, P., A. Elia, F. Serio, and F. Todaro. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. J. Sci. Food Agr. 79 (13): 1882-1888.

Santamaria, P. A. Elia, F. Serio, M. Gonnella, and A. Parente. 1999. Comparion between nitrate and ammonium nutrition in fennel, celery, and Swiss chrd. J. Plant Nutr. 22 (7): 1091-1106.

Schonbeck, M. W., R. Rivera, J. O'Brein, S. Ebinger, and R. E. Degregorio. 1991. Variety selection and cultural methods for lowering nitrate levels in winter greenhouse lettuce and endivie. J. Sustainable Agr. 2: 49-75.

Scrimshaw, N. S. and V. R. Young. 1976. The requirements of human nutrition. In Scientific American "Food and Agriculture": pp. 27-40. W. H. Freeman and Co., San Francisco.

Serio, F., L. Leo, A. Parente, and P. SantaMarmaria. 2007. Potassium nutrition increases lycopene content of tomato fruit. J. Hort. Sci. Biotechnol. 82 (6): 941-945.

Sessa, R. A., M. H. Bennett, M. J. Lewis, J. W. Mansfield, and M. H. Beale. 2000. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. J. Biol. Chem. 275 (35): 26877-26884.

Shabana, M. M., M. A. Abd El-Fattah, and S. A. Shehata. 1987. The effects of storage on solanine concentration in the potato tubers. Egypt. J. Hort. 14: 137-142.

Sharaf-Eldin, M. A., W. H. Schnitzler, G. Nitz, and I. I. El-Oksh. 2007. The effect of gibberellic acid (GA_3) on some plenolic substances in globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori). Sci. Hort. 111 (4): 326-329.

Sharma, S. K. and M. le Maguer. 1996. Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. Italian J. Food Sci. 8 (2): 107-113.

Simon, P. W. 1990. Carrots and other horticultural crops as a source of provitamin A carotenes. HortScience 25 (12): 1495-1499.

Simona, P. et al. 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. J. Sci. Food Agr. 88 (6): 1107-1114.

Simonne, A. H., S. J. Kays, P. E. Koehler, and R. R. Pitenmiller. 1993. Assessment of β-carotene content in sweetpotato breeding lines in relation to dietary requirements. Journal of Food Composition and Analysis 6 (4): 336-345.

Simonne, A. H., E. H. Simonne, R. R. Eitenmiller, H. A. Mills, and N. R. Green. 1997. Ascorbic acid and provitamin a contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). J. Food Comp. Anal. 10 (4): 299-311.

Sinden, S. L. 1987. Potato glycoalkaloids. Acta Hort. 207: 41-47.

Siomos, A. S. 2000. Nitrate levels in lettuce at three times during a diurnal period. J. Veg. Crop Prod. 6 (2): 37-42.

Skrabule, I., R. Muceniece, and I. Kirhnere. 2013. Evaluation of vitamins and glucoalkaloids in potato genotypes grown under organic and conventional farming systems. Potato Res. 56 (4): 259-276.

Smart, J. 1976. Tropical pulses. Longman, London. 348 p.

Smetanska, I., A. Krumbein, M. Schreiner, and D. Knorr. 2007. Influence of salicylic acid and methyl jasmonate on glucosinolate levels in turnip. J. Hort. Sci. Biotechnol. 82 (5): 690-694.

Smith, O. 1968. Potatoes: production, storing, processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 642 p.

Smith, A. G., M. T. Croft, M. Moulin, and M. E. Webb. 2007. Plants need their vitamins too. Current Opinion in Plant Biology 10 (3): 266-275.

Smolen, S., I. Kowalska, and W. Sady. 2014. Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydropnic system. Sci. Hort. 166: 9-16.

Song. S., P. Lehne, J. Le, T. Ge, and D. Hung. 2010. Yield, fruit quality and nitrogen uptake of organically and conventionally grown muskmelon with different inputs of nitrogen, phosphorus. and potassium. J. Plant Nutr. 33 (1): 130-141.

Sorensen, J. N., A. S. Johansen, and N. Poulsen. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: I. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. Plant foods for Human Nutrition 46 (1): 1-11.

Splittstoesser, W. E. J. S. Vandermark, and S. M. A. Khan. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops. HortScience 9: 124-125.

Stagnari, F., V. Di Bitetto, and M. Pisante. 2007. Effects of N fertilizers and rates on yield, safety and nutrients in processing spinach genotypes. Sci. Hort. 114: 225-233.

Stagnari, F., A. Galieni, G. Cafiero, and M. Pisante. 2014. Application of photo-selective films to manipulate wavelength of transmitted radiation and photosynthate composition in red beet (*Bet vulgaris* var. *conditiva* Alef.). J. Sci. Food Agr. 94 (4): 713-720.

Stagnari, F., A. Galieni, S. Speca, and M. Pisante 2014. Water stress effects on growth, yield and quality traits of red beet. Sci. Hort. 165: 13-22.

Steele, W. M. 1976. Cowpeas, pp. 183-185. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Steingröver, E. G., J. W. Steenhuizen, and J. van der Boon. 1993. Effects of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirulating nutrient solution. Netherlands J. Agric. Sci. 41 (1): 13-21. c. a. Hort. Abstr. 1994, 64 (9): Abstr. 7000.

Stijve, T. and A. A. R. de Meijer. 1999 Hydrocyanic acid in mushrooms, with special reference to wild-growing and cultivated edible species. Deutsche Lebenemittel-Rundschau 95 (9): 366-373. c. a. Hort. Abstr. 70 (4): 3321; 2000.

Steingrover, E. G., J. W. Steenhuizen, and J. van der Boon. 1993. Effect of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on recirculating nutrient solution. Netherlands J. Agr. Sci. 41 (1): 13-21.

Stino, K. R., A. K. Gaafar, A. M. Alian, A. A. Hassan, and M. A. Tawfik. 1977. Preliminary studies on the evaluation of some sweet potato lines. Egypt. J. Hort. 4 : 9-23.

Stockdale, E. A. et al. 2001. Agronomic and environmetal implications of organic farming systems. Advances in Agronomy 70: 261-327.

Subbarao, K. V. and J. C. Hubbard. 1996. Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillum dahliae* microsclerotia in soil and on wilt of caualiflower. Phytopathology 86 (12): 1303-1310.

Sugiyama, N., M. Hayashi, and M. Uehara. 1999. Effect of water stress on oxalic acid concentrations in spinach leaves. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68 (6): 1155-1157. c. a. Hort. Abst. 70 (4): 3199; 2000.

Surak. J. G. 1978. Phytoalexins and buman health - A review. Proc. Florida State Hort. Soc. 91: 256-258.

Taber, H. et al. 2008. Enhancement of tomato fruit lycopene by potassium is cultivar dependent. HortScience 43 (1): 159-165.

Takahata, Y., T. Noda, and J. Nagata. 1993. Varietal differences in chemical composition of the sweet potato storage root. Acta Hort. No. 343: 77-80.

Takebe, M., N. Sato, K. Ishi, and T. Yoneyama. 1996. effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the contents of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.) (In Japanese with English summary). Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr. 67 (2): 147-154. c. a. Hort. Abstr. 66 (10): 8518;1996.

Talavera-Bianchi, M., E. Chambers, E. E. Carey, and D. H. Chambers. 2010. Effect of organic production and fertilizer variables on the sensory properties of pac choi (*Brassica rapa* var. Mei. Qing Choi) and tomato (*Solanum lycopersicum* var. Bush Celebrity). J. Sci. Food Agric. 90 (6): 981-988.

Tarazona-Diaz, M. P., J. Viegas, M. Moldao-Martins, and E. Aguayo. 2011. Bioactive compounds from flesh and by–product of fresh-cut watermelon cultivars. J. Sci. food Agr. 91: 805-812.

Tawfik, M. A. 1974. Quantitative and qualitative evaluation of some sweet potato lines under Egyptian conditions. M. S. Thesis, Cairo. Univ. 61p.

Terry, N., C. Carlson, T. K. Raab, and A. M. Zayed. 1992. Rates of selenium volatilization among crop specis. Journal of Environmental Quality 21 (3): 341-344. (c. a. Hort Abstr. 1994, 64: 9397).

Tesi, R. and A. Lenzi. 1998. Controlled-release fertilizers and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agricoltura Mediterranea 128 (4): 313-320. c. a. Hort. Abst. 69: 5897; 1999.

Tibdall, H. D. 1983. Vegetables in the tropics. Macmillan, Pr., London. 533 p.

Toler, H. D., C. S. Charron, C. E. Sams, and W. R. Randle. 2007a. Selenium increases sulfur uptake and regulates glucosinolate metabolism in rapid-cycling *Brassica oleracea*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 132 (1): 14-19.

Toler, H. D., C. S. Charron, D. A. Kopsell, C. E. Sams, and W. M. Randle. 2007b. Selenium and sulfur increase sulfur uptake and regulate glucosinolate metabolism in *Brassica oleracea*. Acta. Hort. No. 744.

Tommasi, N. de, F. de Simone, G. Spermanza, and C. Pizza. 1996. Studies on the constituents of *Cyclanthera pedata* (Caigua) seeds: isolation and characterization of six new cucurbitacin glycosides. J. Agr. Food Chem.. 44 (8): 2020-2025.

Toxopeus, H., J. Dieleman, S. Hennink, and T. Schiphouwer. 1994. New selections show increased inulin productivity. Prophyta 48 (2): 56-57.

Trigos, A., D. Bouyssounade, M. Sobal, and P. Morales. 1996. Ergosterol content in *Pleurotus sajor-caju* cultivated in different organic substates. Micologia Neotropical Aplicada 9: 125-127 . c. a. Hort. Abstr. 68 (3): 2389; 1998.

Yumwegamire, S. et al. 2011. Evaluation of dry matter, protein, starch, sucrose, β-carotene, iron, zine, calcium, and magenstene,

in East African sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] germplasm. HortScience 46: 348-357.

Tuncay, O., D. Esiyok, B. Yagmur, and B. Okur. 2011. The effect of nitrogen sources on yield and quality of salad rocket grown in different months of the year. J. Plant Nutr. 34 (4): 477-491.

United States Department of Agriculture. 1964. Nutritive value of foods. Home and Garden Bull. 72. 36 p.

USDA. 2005. Vegetable breeding steps up to the next level. Agri Res./Dec. 2005: 14-16. The Internet.

Valkonen, J. P. T., M. Kekitalo, T. Vasara, and L. Pietila. 1996. Potato glycoalkaloids: a burden or a blessing?. Critical Reviews in Plant Sciences 15 (1): 1-20.

Van der Boom, J., J. W. Steenhuizen, and E. G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65 (3): 309-321.

Van Doorn, J. E. et al. 1999. Quantitative inheritance of the progoitrin and sinigrin content in Brussels sprouts. Euphytica 108: 41-52.

Vetter, J. 1993. Chemical composition of eight edible fungi. (In German with English summary). Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 196 (3): 224-227. c. a. Hort. Abstr. 65 (7): 6106; 1995.

Villatoro-Pulido, M. et al. 2013. An approach to the phytochemical profiling of rocket [*Eruca sativa* (Mill.) Thell]. J. Sci. Food Agr. 93 (15): 3809-3819.

Volkova, E. N. and A. E. Kudums. 1996. Study of the diurnal changes in the content of nitrates in vegetable crops. (In Russian). Agrokhimiya No. 4: 22-27. c. a. Hort. Abstr. 67 (9): 7743; 1997.

Wang, H. 1982. The breeding of sweet potatoes for human consumption, pp. 297-311. In: R. L. Vilareal and T. D. Griggs (eds.). Sweet potato. Asian Veg. Res. Dev. Cent, Taiwan.

Wang, M. and I. L. Goldman. 1996. Phenotypic variation in free folic acid content among F_1 hybrids and open-pollinated cultivars of red beet. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (6): 1040-1042.

Wang, M. and I. L. Goldman, 1997a. Transgressive segregation and reciprocal effect for free folic acid content in red beet (*Beta vulgaris* L.) population. Euphytica 96: 317-321.

Wang, M. and I. L. Goldman. 1997b. Accumulation and distrilution of free folic acid content in red beet (*Beta vulgaris* L.). Plant Foods for Human Nutrition 50 (1): 1-8.

Wang. X. F. et al. 1998. Trypsin inhibitor activity in field pea (*Pisum sativum* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.). J. Agr. Food Chem. 46 (7): 2620-2623.

Wanlai, Z., L. Wenke, and Y. Qichang. 2013. Reducing nitrate in lettuce by pre-harvest continuous light delivered by red and blue light-emitting diodes. J. Plant Nutr. 36 (3): 481-490.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. (3^{rd} ed.). Producing vegetable crops. The interstate Printers & Publishers. Inc., Danville, Illionis. 607 p.

Wargovich, M. J. 2000. Anticancer proporties of fruits and vegetables. HortScience 35 (4): 573-575.

Warman, P. R. and K. A. Havard. 1997. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. Agriculture, Ecosystems & Environment 61 (2/3): 155-162.

Watada, A. E. and T. T. Tran. 1987. Vitamins C, B_1, and B_2 contents of stored fuits and vegetables as determined by high performance liquid chromatography. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 794-797.

Watanabe, Y., F. Uchiyama, and K. Yoshida. 1994. Compositional changes in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in the summer and the fall. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62 (4): 889-895.

Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Weng,T. H. 2000. Effect of solar radiation, temperature and sampling time on nitrate concentration of hydroponic pak-choi (*Brassica chinensis* L.). (In Chinese with English summary). Taiwanese J. Agr. Chem. Food Sci. 38 (2): 107-113. c. a. Hort. Abst. 71 (7): Abst. 5969; 2001.

Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits, pp. 64-69. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. Interscience Pub., Inc., N. Y. 249 p.

White, P. J. et al. 2012. Bio-fortification of potato tubers using foliar zinc-fertiliser. J. Hort. Sci. Biotechnol. 87 (2): 123-129.

Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. (4th ed.). CAB International, Wallingford, U K. 262 p.

Winaro, F. G. 1982. Sweet potato processing and by-product utilization in the tropics, pp. 373-384. In: R. L. Villareal and T. D. Grigg (eds.). Sweet potato. Asian Veg. Res. Dev. Cent., Taiwan.

Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. The Journal of Alternative and Complementary Medicine 7 (2): 161-173.

Wszelaki, A. L. et a., 2005. Sensory quality and mineral and grlciglycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum*). J. Sci. Food Agric. 85: 720-726.

Wa, J. G. et al. 1995. Studies on improving nutritive value of vegetables using their luxury zinc absorption. Jiangsu J. Agr. Sci. 11 (1): 49-53 (In Chinese with English summary). c. a. Hort. Abstr. 66: Abst. 4014; 1996.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: Principles, production and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yang, Y. J. 1992. Effects of storge treatment on NO_3 and NO_2 contents in vegetables. (In Korean with English summary). Journal of the Korean Society for Horticultural Science 33 (2): 125-131. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 9401).

Yang, Y. J., K. A. Lee, and K. J. Kim. 2000. Effect of pre- and post-harvest factors on nitrate contents of radish and Chinese cabbage (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 41 (4): 365-368. c. a. Hort. Abst. 71 (4): Abst. 3143; 2001.

Yeoh, H. H. and V. D. Truong. 1996. Amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors for sweet potato. Tropical Science 36 (4): 243-246.

Yoshimoto, M. et al. 2006. Nutritional value and physiological functions of sweetpotato leaves. Acta Hort. No. 703: 107-116.

Yoshimoto, M., S. Okuno, K. Suwa, T. Sugawara, and O. Yamakawa. 2011. Effect of harvest times on the vitamin content of sweetpotato leaves. Sweetpotato Research Front 11: 3.

Zarate, N. A. H., M. do C. Vieira, and K. B. Godoy. 1997. Taro leaf production at three harvest intervals. Horticultura Brasileira 15 (1): 47-49. c. a. Hort. Abstr. 68 (8): 6813; 1998.

Zayed, A. M. 1993. Selenium uptake and volatalization by some vegetable crops. Egypt. J. Hort. 20 (2): 231-241.

Zayed, A. M. and N. Terry. 1992. Selenium volatilization in broccoli as influenced by sulfate supply. J. Plant Phys. 140 (6): 646-652.

Zayed, A. M. and N. Terry. 1994. Selenium volatilization in roots and shoots: effects of shoot removal and sufate level. J. Plant Phys. 143: (1): 8-14.

Zhang, D., W. C. Collins, and M. Andrade. 1998. Genotype and fertilization effects on trypsin inhibitor activity in sweetpotato. HortScience 33 (2): 225.

Zhang, Y. T., X. Y. Lin, Y. S. Zhang, S. J. Zheng, and S. T. Du. 2005. Effects of nitrogen levels and nitrate/ammonium ratios on oxalate concentration of different forms in edible parts of spinach. J. Plant Nutr. 28 (11): 2011-2025.

Zhang, Y., Y. Li, J. Wei, M. Sun, Y. Tian, and Z. Li. 2009. Effects of nitrogen, and calcium nutrition on oxalate contents, forms, and distribution in spinach. J. Plant Nutr. 32 (12): 2123-2139.

Zhao, X., E. E. Carey, W. Wang, and C. B. Rajashekar. 2006. Does organic production enhance phytochemical content of fruit and vegetables?: Current knowledge and prospects for research. HortTechnology 16 (3): 449-456.

Zhao, X., E. E. Carey, J. E. Young, W. Wang, and T. Iwamoto. 2007. Influences of organic fertilization, high tunnel environment, and postharvest storage on phenolic compounds in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 42 (1): 71-76.

Zheng, X. M., L. P. Gu, R. B. Zhou, and J. H. Zhou. 1995. Effect of molybdenum on the decrease of nitrate nitrogen in common Chinese cabbage. (In Chinese with English summary). Plant Physiology Communications 31 (2): 95-96. c. a. Hort. Abst. 67 (1): 338; 1997.

Zohri, A. A., S. M. Saber, and K. M. Abdel-Gawad. 1992. Fungal flora and mycotoxins associated with onion (*Allium cepa* L.) in Egypt. Korean. J. Myc. 20 (4): 302-308.

Zorring, W. et al. 2013. Lettuce (*Lactuca sativa*): a species with a ligh capacity for cadmium (Cd) accumulation and growth stimulation in the presence of low Cd concentrations. J. Hort. Sci. Biotechnol. 88 (6): 783-789.

Zushi, K. and N. Matsuzoe. 2008. Seasonal and cultivar differences in salt-induced changes in antioxidant system in tomato. Sci. Hort. 120 (2): 181-187.

صَدَرَ للمؤلف

صدر للمؤلف الكتب التالية:

أولا: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر

١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨) الدار العربية للنشر والتوزيع – ٩٢٠ صفحة.

٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠) الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٣٥ صفحة.

٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٢٨٥ صفحة.

٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع- ٢٨٥ صفحة.

٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية – ٥٩٦ صفحة.

٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية – ٦٢٥ صفحة.

٧- الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية – ٥٨٦ صفحة.

٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية – ٥٣٥ صفحة.

٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع- ٧٨٣ صفحة.

١٠-تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٠). توزيع الدار العربية للنشر والتوزيع – ٥٤٨ صفحة.

١١-تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٤٥٢ صفحة.

١٢-تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٤٦٤ صفحة.

١٣-أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٩٤ صفحة.

١٤-أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٨٣٦ صفحة.

١٥-أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). توزيع دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع – ٩٦٨ صفحة.

ثانيا: فى مجال إنتاج محاصيل الخضر

١- الطماطم (١٩٨٨) والدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٣١ صفحة.

٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع – ١٨٦ صفحة.

٣- البصل والثوم (١٩٨٨) الدار العربية للنشر والتوزيع – ١٩١ صفحة.

٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٢٠٧ صفحات.

٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٠١ صفحة.

٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٩١ صفحة.

٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٧٤ صفحة.

٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٧٢٣ صفحة.

٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤) – ٢٨٨ صفحة.

١٠-إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤) – ٢٨٥ صفحة.

١١-الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٥١١ صفحة.

١٢-الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢١٠ صفحات.

١٣-إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٤٦ صفحة.

١٤-إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧١ صفحة.

١٥-القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجي، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٩٨ صفحة.

١٦-القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٠ صفحة.

١٧-إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٦ صفحة.

١٨-إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٤ صفحة.

١٩-إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٨٨ صفحة.

٢٠-إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية. الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٧ صفحة.

٢١-إنتاج الخضر الخيمية والعليقية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣١٥ صفحة.

٢٢-إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.

٢٣-إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٤ صفحات.

٢٤-إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.

٢٥-إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية - الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٢٤ صفحة.

ثالثا: فى مجال تربية النبات

١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٦٨٢ صفحة.

٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٨٠٠ صفحة.

٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٧٨ صفحة.

٤- الأساس الفسيولوجي للتحسين الوراثي في النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية – ٣٢٨ صفحة.

٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٤٧٧ صفحة.

٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٣٩٣ صفحة.

٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجي وتطبيقاته في برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٢٥١ صفحة.

٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٧٨٣ صفحة.

٩- تطبيقات تربية النبات في مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٥٨٥ صفحة.

١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٥٤٤ صفحة.

رابعاً: في مجال أصول البحث العلمي والكتابة العلمية

١- أصول البحث العلمي – الجزء الأول: المنهج العلمي وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية – ٤١٧ صفحة.

٢- أصول البحث العلمي – الجزء الثاني: إعداد وكتابة ونشر البحوث العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية – ٢٧٣ صفحة.

٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع – ٧٧٠ صفحة.